

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE
PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE AGROPECUARIA ALIAR S.A.**



EDUARDO JOSÉ QUINTERO MUTIS



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2016**

**DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE
PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE AGROPECUARIA ALIAR S.A.**

EDUARDO JOSÉ QUINTERO MUTIS

**Monografía De Práctica Empresarial Presentada Para Optar Al Título De Ingeniero
Electrónico**

**Profesor Supervisor
JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA
Ingeniero Electrónico**

**Supervisor AGROPECUARIA ALIAR S.A.
OMAR HUMBERTO CAPACHO PICON
Ingeniero electromecánico**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2016

Nota de aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 10 Marzo del 2016

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. DATOS DE LA EMPRESA	13
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	13
1.2 ALIAR S.A EN COLOMBIA (HISTORIA).....	13
1.3 VISIÓN.....	14
1.4 MISIÓN	14
1.5 ESTRATEGIA	14
1.6 ORGANIGRAMA ALIAR S.A.....	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO	17
3.1 ACTIVIDADES	17
3.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	18
4. MARCO TEÓRICO.....	19
4.1 MANTENIMIENTO	19
4.1.1 Tipos de mantenimiento	20
4.1.2 Mantenimiento por usuario	21
4.1.3 Mantenimiento correctivo.....	21
4.1.4 Mantenimiento preventivo.....	21
4.1.5 Mantenimiento predictivo.....	22
4.2 EQUIPOS.....	22
4.2.1 Transportador de arrastre por paletas	22
4.2.2 Elevador de cangilones	24
4.2.3 Secadoras de grano	25
4.2.4 Contactores	31
4.2.5 Calderas generadoras de vapor piro tubulares.....	32
4.2.6 Motores eléctricos.....	34

4.2.7	Compresores de tornillo aire comprimido	36
4.3	SENSORES Y CONTROLADORES	37
4.3.1	Tarjeta de comunicaciones PM8ECC	37
4.3.2	Arrancadores suave.....	38
4.3.3	Variadores de velocidad	39
4.3.4	Sensores de nivel	40
4.3.5	Sensores de temperatura	42
4.4	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	43
4.4.1	Protocolo HTTP	43
5.	DESARROLLO PLAN DE TRABAJO	44
5.1	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.	44
5.1.1	Proceso planta de secamiento de granos No. 1	45
5.1.2	Proceso planta de secamiento de granos No. 2	49
5.1.3	Proceso planta de concentrados	51
5.1.4	Fichas técnicas	57
5.1.5	Stock de repuestos máximos y mínimos	59
5.2	DISEÑO	60
5.2.1	Hoja de control de actividades.....	60
5.2.2	Instructivos de mantenimiento para motorreductores	61
5.2.3	Formatos de vigilancia para técnico de lubricación	61
5.2.4	Cronograma de mantenimiento	64
5.3	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	66
5.3.1	Conexión e implementación tarjeta de comunicaciones PM8ECC	66
	APORTES AL CONOCIMIENTO.....	71
	CONCLUSIONES.....	72
	BIBLIOGRAFÍA	74
	ANEXOS	76

LISTADO DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Cronograma de actividades	18
---	----

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama Aliar S.A.....	15
Figura 2. Tipos de mantenimiento	20
Figura 3. Transportador de arrastre por paletas	23
Figura 4. Elevador de cangilones	24
Figura 5. Esquema de una secadora de flujo continuo de caballetes.....	26
Figura 6. Esquema cuerpo principal de secadora de persianas	27
Figura 7. Secadora de cascadas de un solo plano	28
Figura 8. Esquema de secadora horizontal de lecho fijo	29
Figura 9. Secadora horizontal de lecho fluido.....	30
Figura 10. Contactador tripolar	32
Figura 11. Caldera pirotubular de 200 BHP.....	33
Figura 12. Motor eléctrico WEG 150 HP.....	35
Figura 13. Compresor de tornillo y secador refrigerativo KAESER	36
Figura 14. Tarjeta de comunicaciones PM8ECC.....	37
Figura 15. Arrancador suave altistar 48.....	38
Figura 16. Sensor de nivel AUTOSET AT57VOA-FP	40
Figura 17. Sensor de temperatura RTD PT100	42
Figura 18. Proceso general plantas de producción ALIAR S.A	45
Figura 19. Recibo secamiento No.1	46
Figura 20. Secado secamiento No.1	47
Figura 21. Almacenaje secamiento No.1	48
Figura 22. Despacho secamiento No.1.....	49
Figura 23. Planta secamiento No.2	50
Figura 24. Dosificados concentrados.....	52
Figura 25. Molienda concentrados	53
Figura 26. Peletizado - Enfriamiento concentrados	54
Figura 27. Despacho granel concentrados.....	55

Figura 28. Inactivación concentrados	56
Figura 29. Ficha técnica elevador de cangilones No.3	57
Figura 30. Ficha técnica motor elevador de cangilones No.3	58
Figura 31. Modelo hoja control de actividades	60
Figura 32. Formato de vigilancia para peletizadoras y molinos	62
Figura 33. Formato de vigilancia para transportadores y elevadores	63
Figura 34. Formato de vigilancia para equipos varios	64
Figura 35. Cronograma de mantenimiento preventivo para peletizadoras	65
Figura 36. Conexión tarjeta de comunicaciones PM8ECC	66
Figura 37. Configuración Ethernet y TCP/IP	67
Figura 38. Lecturas instantáneas analizador serie PM800 refinería.....	68
Figura 39. Plano proyecto independización líneas de enfriamiento.....	70

GLOSARIO

DSC MODULE: “Datalogging and Supervisory Control” es un complemento del software LabView que permite el desarrollo de manera interactiva sistemas de monitoreo y control distribuido HMI/SCADA.

HTTP: “HyperText Transfer Protocol” es el método más común de intercambio de información en una red tipo servidor-cliente. Este facilita la definición de la sintaxis y semántica que utilizan los diferentes softwares web, para interactuar entre sí; tanto clientes, como servidores y proxis.

LABVIEW: “Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench” es una plataforma y entorno de desarrollo para diseño de sistemas, con un lenguaje de programación gráfico visual.

MOTORREDUCTOR: Es una unidad motriz integral que se compone de un motor eléctrico y una unidad reductora a base de engranajes, de forma que el armazón del motor o de la unidad sirvan de soporte para el otro. La unidad reductora permite la reducción de la velocidad de giro del motor dependiendo de la relación de sus engranes.

PELETIZADORA: Es una maquina compuesta por tres etapas que se encargan de procesar el material finamente molido y transformarlo en material granulado llamado “pellet”. La formación del producto se realiza mediante la aplicación de fuerzas de presión que aglomeran el material contra un rodillo molde que da forma al material.

STOCK DE REPUESTOS: Son aquellos repuestos de la empresa que se necesitan almacenar para incorporarlos al proceso productivo cuando sean requeridos. Son un concepto cuantitativo que se refiere al número de unidades de cada artículo.

VARIADOR DE VELOCIDAD: Dispositivos electrónicos que permiten modificar la velocidad de giro de motores asíncronos. Estos se emplean en una alta gama de aplicaciones industriales, como ventiladores, transportadores, elevadores, equipos de bombeo, entre otras.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE AGROPECUARIA ALIAR S.A.

AUTOR: EDUARDO JOSÉ QUINTERO MUTIS

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

RESUMEN

La labor desempeñada durante el proceso de prácticas empresariales en AGROPECUARIA ALIAR S.A se fundamentó en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el área de plantas de producción en la finca La Fazenda, el cual permita mejorar la eficiencia y vida útil de los equipos presentes en cada una de las plantas que conforman el área de producción de la empresa. Esto con el fin de convertir el departamento de mantenimiento en un gasto en defensa del capital invertido en las plantas. Para la realización de dicho proceso, fue necesario el levantamiento de planos de proceso de cada una de las plantas, elaborar y validar fichas técnicas de cada uno de los equipos presentes, implementar nuevas tecnologías que garantizaran mayor facilidad y confiabilidad en la adquisición de datos de consumo eléctrico y la elaboración de un inventario detallado de cada uno de los repuestos necesarios para los equipos.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento preventivo, repuestos, concentrados, secamiento de granos, HTTP.

VºBº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: DESING PLAN FOR PREVENTIVE MAINTENANCE FOR THE FACTORY PRODUCTION AREA OF AGROPECUARIA ALIAR S.A.

AUTHOR: EDUARDO JOSÉ QUINTERO MUTIS

FACULTY: FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

ABSTRACT

The work carried out during the process of business practices in AGROPECUARIA ALIAR S.A. was based on the design of a preventive maintenance plan for the area of production plants in the La Fazenda farm, which will improve the efficiency and lifetime of the equipment present in each of the plants that make the production area of the company. This in order to convert the maintenance department in defense spending in plants invested capital. To carry out this process, it was necessary the surveying diagrams process of each of the plants, develop and validate technical records for each of the hardware present in the plants, implement new technologies that would ensure greater ease and reliability in data acquisition of electricity consumption and the development of a detailed analysis of each of the parts needed for equipment inventory.

KEYWORDS: Preventive maintenance, spare parts, concentrates, grain drying, HTTP.

V°B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

El presente documento expone el proceso llevado a cabo como practicante en el área de mantenimiento en AGROPECUARIA ALIAR S.A. Se exponen cada una de las actividades y procesos realizados para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos plantados.

Las actividades realizadas durante dicho periodo, tienen como finalidad la estandarización de un plan de mantenimiento preventivo para las plantas de producción presentes en la finca La Fazenda, con el fin de garantizar que los equipos tengan un uso adecuado y mantenimientos permanentes que incrementen su vida útil. De esta manera lograr que la empresa logre prestar un producto de excelente calidad.

AGROPECUARIA ALIAR S.A es la empresa más grande del país en producción de carne de cerdo, está caracterizada por presentar una estructura auto-sostenible debido a que se propuso la construcción de plantas de secamiento de granos, producción de concentrados, extracción y refinación de aceite de soya. Esto con el fin reducir la inversión que implica la alimentación de la industria porcina. Por tanto, el producto estrella de la compañía (carne de cerdo) depende directamente del alimento producido en las plantas. Las cuales no presentan un plan de mantenimiento preventivo estandarizado que garantice que su producción no presente inconvenientes que provoquen pérdidas monetarias considerables.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo se dividió en tres puntos cruciales:

- Levantamiento de información: Elaboración de planos de procesos de cada una de plantas, elaboración y validación de fichas técnicas de cada uno de los equipos presentes en las plantas, creación de un stock de repuestos clasificado por los sistemas que componen cada planta para cada uno de los equipos.
- Diseño: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo que busque prolongar la vida útil de cada equipo y la reducción de costos en reparaciones correctivas en la empresa.
- Actividades complementarias: Implementación de nuevas tecnologías que faciliten la adquisición de datos al departamento de mantenimiento.

El trabajo realizado en cada una de las etapas será explicado de forma clara a medida que avance el documento. Al igual que los medios utilizados para llevarlas a cabo.

Hay que resaltar que este proyecto se realiza para crear las bases para la implementación de un software de la empresa que les permitirá mantener un inventario al día y el cumplimiento de este plan de mantenimiento preventivo.

1. DATOS DE LA EMPRESA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Agropecuaria ALIAR S.A es actualmente la empresa porcícola más grande del país con sede administrativa en la ciudad de Bucaramanga y sede productiva en Puerto Gaitán Meta, cuenta con más de 27.000 hectáreas de tierra productiva convirtiéndola en la empresa de mayor patrimonio del sector. Cuenta con una estructura auto sostenible la cual se fundamenta en fabricar su propio alimento para su producción de cerdos a partir de la siembra de maíz y soya, además de producir otros productos derivados de su producción principal. Actualmente el área de producción de ALIAR está dividido en tres fases; plantas de producción (tres plantas de secamiento de grano, una planta de concentrado animal, una planta de extracción de aceite de soya y una planta de refinación de aceite de soya), porcicultura (cuenta con 10.000 madres gestantes y una producción de 25.000 cerdos mensuales) y ganadería (nuevo proyecto que está en periodo de desarrollo).

1.2 ALIAR S.A EN COLOMBIA (HISTORIA)

Inspirados en el desarrollo de grandes extensiones de tierra en Brasil a través de procesos productivos y tecnológicos eficientes, los fundadores de La Fazenda, implementan un modelo agroindustrial integrado en las altillanuras de los Llano Orientales Colombianos.

Inicia el proceso de recuperación y adaptación de tierras para la siembra y cosecha de cultivos de maíz y soya, base alimentaria de nuestros animales.

Tras adecuar los suelos y empezar la siembra con los estándares de calidad más altos. Se adquieren nuevos terrenos, en los cuales también se cosecha y tiene desarrollo el proceso porcícola. Se vincula a la comunidad, de forma tal que la Fazenda, trabaja directamente con personas de la región, que participan en todos los procesos productivos.

Dispuestas más de 27.000 hectáreas para cultivo y planta, donde se llevan a cabo la siembra y cosecha del alimento, el desarrollo de los cerdos, procesamiento de la carne, empaque y distribución de los productos, La Fazenda sale al mercado.

Con la entrada de la Fazenda al mercado, se inicia la apertura de tiendas propias y por supuesto, su distribución en otros canales como grandes superficies, almacenes de cadena, expendios de carne, autoservicios y tiendas de barrios localizadas en Bogotá, Bucaramanga y Barrancabermeja.

1.3 VISIÓN¹

En el Futuro nos vemos como una empresa en continuo crecimiento, líder en la producción, proceso y comercialización de alimentación sana y con responsabilidad, compitiendo rentablemente con soluciones que llenen las expectativas de los consumidores.

1.4 MISIÓN¹

Somos una empresa dedicada a producir, procesar y comercializar alimentos de alta calidad, buscando que la mayoría de los colombianos pueda acceder a una mejor nutrición.

1.5 ESTRATEGIA¹

Está centrada en cómo las actividades encajan y se refuerzan entre sí. La producción agrícola, la producción pecuaria, las plantas de procesos, la comercialización y el servicio al cliente.

¹ www.aliar.com.co. Agropecuarias alias S.A, Consultada el 20 de agosto de 2015.

1.6 ORGANIGRAMA ALIAR S.A.

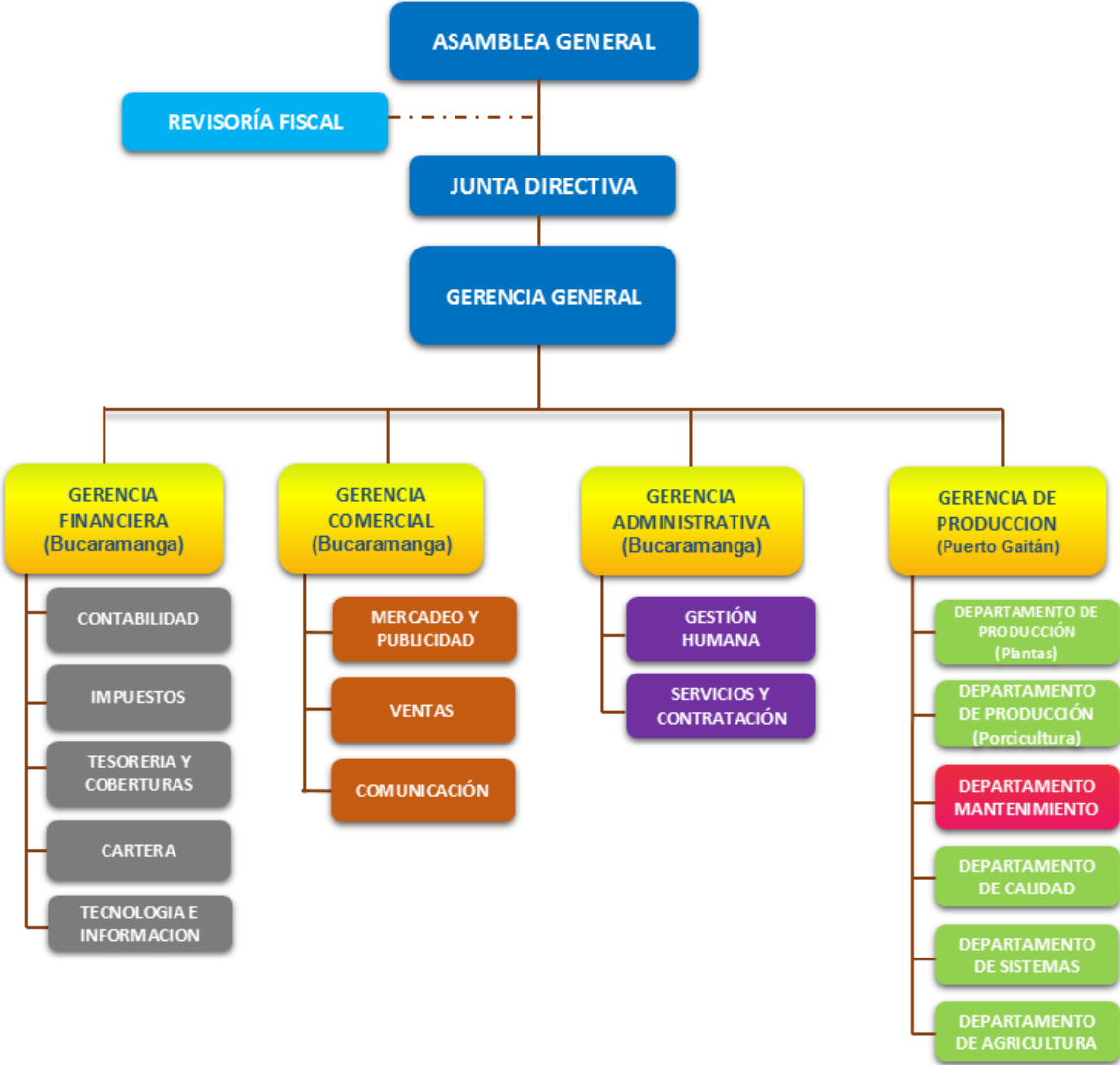


Figura 1. Organigrama Aliar S.A.
Fuente: Autor

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos eléctricos y electrónicos del área de plantas de producción en agropecuaria ALIAR S.A

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer un análisis de tipo documental de los procesos y equipos de automatización en el área productiva de la compañía.
- Generar planos en los que se detallen de manera precisa cada equipo presente en cada una de las etapas de los procesos de producción.
- Verificar y validar documentación existente de equipos presentes en las plantas.
- Implementar nuevas tecnologías que faciliten y garanticen la adquisición de datos en las plantas de producción.
- Apoyar las diferentes actividades del departamento de mantenimiento que permitan la implementación del proyecto.

3. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

3.1 ACTIVIDADES

Durante el proceso de prácticas se desarrollaron tres puntos fundamentales y comprenderán las siguientes actividades:

1. Levantamiento de información

- Elaboración planos de proceso para cada planta por medio del software LabView.
- Desarrollo de fichas técnicas para cada equipo eléctrico y mecánico presentes en cada una de las plantas de secamiento de granos y concentrados de la compañía.
- Verificar y validar documentación de repuestos ya existentes de las plantas.
- Crear un stock real de los repuestos necesarios para las plantas, con toda la información necesaria para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo concreto.

2. Diseño

- Desarrollo de hoja para control de actividades.
- Creación de instructivo para la acción de mantenimiento.
- Diseño de programa de mantenimiento preventivo.
- Diseño de cronogramas de mantenimiento.

3. Actividades complementarias

- Implementación de tarjeta de comunicaciones PM8ECC para facilitar la adquisición de datos de consumo eléctrico de las plantas con alto índice de confiabilidad.
- Controlar y verificar el registro de actividades de cada uno de los técnicos asignados a la dependencia de mantenimiento plantas.
- Apoyar los diferentes proyectos y actividades del departamento de mantenimiento.

3.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD		MES AÑO	Agosto 2015				Septiembre 2015				Octubre 2015				Noviembre 2015				Diciembre 2015				Enero 2016			
		SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Levantamiento de información	Elaboración planos de proceso para cada planta por medio del software LabView.		■	■	■	■	■																			
	Desarrollo de fichas técnicas para cada equipo eléctrico y mecánico presentes en cada una de las plantas de la compañía.							■	■																	
	Verificar y validar documentación de repuestos ya existente de las plantas.										■	■														
	Crear un stock real de los repuestos necesarios para las plantas con toda la información necesaria para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo concreto.											■	■	■	■	■	■	■	■							
Diseño	Desarrollo de hoja para actividades de tecnicos y cronogramas de mantenimiento.																		■	■						
	Creación de instructivo para la acción de mantenimiento.																				■	■				
	Diseño de programa de mantenimiento preventivo.																				■	■	■	■		
Actividades complementarias	Implementación de tarjeta de comunicaciones PM8ECC para facilitar la adquisición de datos de consumo eléctrico de las plantas con alto índice de confiabilidad.											■	■	■	■	■										
	Controlar y verificar el registro de actividades de cada uno de los técnicos asignados a la dependencia de mantenimiento plantas.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Apoyar los diferentes proyectos y actividades del departamento de mantenimiento.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Fuente: Autor

4. MARCO TEÓRICO

En esta sección se indicarán los términos y procesos necesarios que ayudarán a comprender en su totalidad las actividades relacionadas con el proceso de prácticas desempeñado y se describen de la siguiente manera:

4.1 MANTENIMIENTO²

El mantenimiento es una serie de actividades que buscan aumentar el grado de confiabilidad de los equipos, maquinas, contracciones e instalaciones. Resaltando que el mantenimiento no posea una función “miscelánea”, ya que este proporciona un bien real que puede definirse como la capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Además se convierte en una defensa a la inversión realizada por la compañía en sus máquinas y equipos.

El mantenimiento vela por el correcto desarrollo de la función de producción, tratando de evitar fallos o averías relevantes que generen mayores costos de la producción, baja calidad del producto y dificulten la capacidad operacional.

Los principales objetivos de un mantenimiento organizado son:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

² Ramón Olives Masip. Mantenimiento preventivo – cuaderno de prevención. Departamento de empresa y empleo. Generalitat de Catalunya. Citado el 15 de Octubre de 2015.

Un objetivo que hay que resaltar es la integración de los departamentos de mantenimiento y producción, ya que el departamento de mantenimiento es quien interviene de forma directa e indirecta en la fabricación del producto con calidad y seguridad.

Los beneficios que entrega a una empresa un programa de mantenimiento organizado son:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de los equipos.

4.1.1 Tipos de mantenimiento³

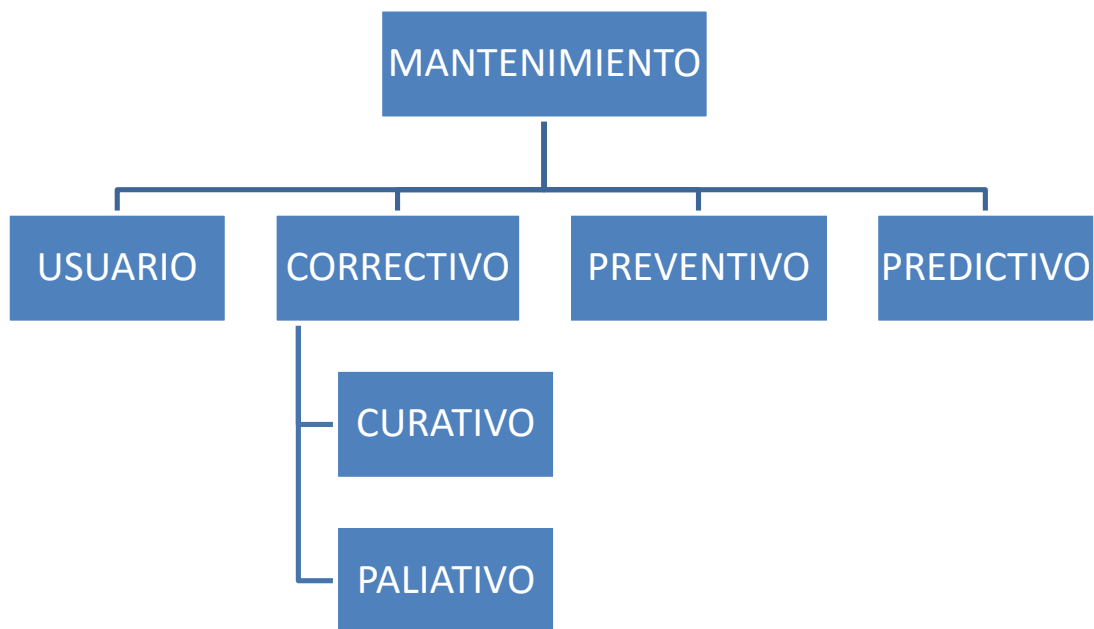


Figura 2. Tipos de mantenimiento

Fuente: Autor

³ Jose Molina. Mantenimiento y seguridad industrial. Unidad de gestión de riesgos. Universidad Nacional de San Luis. Citado el 10 de octubre del 2015.

4.1.2 Mantenimiento por usuario

Este primer tipo de mantenimiento, responsabiliza a un nivel básico a cada uno de los operarios de los equipos y las máquinas.

El departamento de mantenimiento debe delimitar hasta un punto donde cada operario pueda intervenir la maquinaria, buscando que el proceso sea más eficaz.

De esta manera, las intervenciones básicas como la limpieza, lubricación y preparación de las máquinas no dependerán exclusivamente del departamento de mantenimiento permitiéndole enfocarse en actividades de mayor importancia.

4.1.3 Mantenimiento correctivo

Es el mantenimiento que se encarga de la reparación una vez ocurrido el fallo o el paro de la maquinaria o equipo. De este se derivan dos tipos diferentes de intervención:

Este tipo de mantenimiento prioriza la reparación provocando que no se pueda prever, analizar, controlar o rebajar costos. Por lo tanto para una compañía es caro y genera un alto índice de fallos. Este tipo de mantenimiento se clasifica en dos subclases:

- **Mantenimiento paliativo:**

Este busca la reposición del funcionamiento, a pesar de no poder encontrar o eliminar la fuente del fallo.

- **Mantenimiento curativo:**

Este se encarga de solucionar el fallo apropiadamente, elimina cada una de las causas que generaron el problema.

4.1.4 Mantenimiento preventivo

Este busca reducir el porcentaje de mantenimiento correctivo y los perjuicios que este conlleva. Se encarga de reducir las reparaciones por medio de rutinas y programas de inspecciones de equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración. Esto

se debe realizar de forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad.

La característica principal del mantenimiento preventivo es que permite detectar fallas en su fase inicial y corregirlas oportunamente. Lo que genera reducción de costos de reparación, reducción de pérdida de información y maximiza la producción.

Un correcto programa de mantenimiento preventivo debe estar fundamentado por:

- Inventario de equipos por organización o estación.
- Lista de partes y refacciones por equipo, incluyendo datos de los proveedores.
- Frecuencia de inspección por equipo.
- Programas de calibración.
- Lugares y responsables de reparación de equipos.
- Contratos de servicios.
- Registros mensuales de las actividades de prueba, inspección y mantenimiento.
- Formatos de verificación y recepción de consumibles, refacciones y equipos.
- Registros sobre movimiento o cambio de ubicación de equipos.

4.1.5 Mantenimiento predictivo

Este consiste en programar la intervención del equipo justo antes de que la avería del mismo se produzca, esto se hace por medio de la medición de vibración, temperatura o ruido que genere el equipo.

4.2 EQUIPOS

4.2.1 Transportador de arrastre por paletas⁴

El transportador de arrastre por paletas consiste en un canal por el cual se desplazan paletas, cuya sección se ajusta a la del canal. El producto a transportar se ubica entre las paletas y con el movimiento de estas se va desplazando.

⁴ Nicolas P. Waganoff. Máquinas de transporte. Segunda edición. Librería y editorial Alsina, Buenos Aires, 1975. Citado el 11 de octubre del 2015.



Figura 3. Transportador de arrastre por paletas.
Fuente: Autor

Las paletas se encuentran unidas a una cadena de arrastre, que se mueve a causa de que en los extremos del transportador hay dos piñones dentados, de los cuales el de un extremo esta alimentado por un motor. El movimiento del transportador es provocado por un motorreductor que cuenta con un piñón motriz que por medio de una cadena de transmisión mueve un piñón secundario conectado al eje del piñón de arrastre.

La capacidad máxima de transporte y la potencia consumida por el transportador están dados por las siguientes expresiones:

Capacidad:

$$Q\left(\frac{\text{ton}}{\text{hora}}\right) = \frac{A \cdot h \cdot v \cdot \delta}{208.000} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

A: Ancho de las paletas (cm)

h: Altura de las paletas (cm)

v: Velocidad del transportador (m/min)

δ : Peso específico aparente del material transportado (kg/m^3)

Potencia:

$$N(CV) = \frac{a \cdot Q \cdot L + b \cdot W \cdot L \cdot v + 32.8 \cdot L}{1000} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

L: Longitud del transportador entre piñones de arrastre (m)

W: Peso total de las paletas y cadenas por metro de distancia entre centros de los piños de arrastre (kg/m)

a: constante que depende del material (abrasividad) y la inclinación del transporte.

b: Constante para el transportador, es función del tipo de apoyo de las paletas e inclinación de transporte.

4.2.2 Elevador de cangilones⁴

Este consiste en una banda sin fin que en sus extremos cuenta con un eje (polea). A esta banda van unidos cangilones, a intervalos uniformes. La polea superior está alimentada por un motor a través de un reductor de velocidad y la inferior es conducida. Los cangilones se encargan de tomar el material a transportar en la parte inferior del elevador y llevarlo a la parte superior donde por medio de un ducto se extrae el material del elevador.



Figura 4. Elevador de cangilones.

Fuente: Autor

⁴ Nicolas P. Waganoff. Máquinas de transporte. Segunda edición. Librería y editorial Alsina, Buenos Aires, 1975. Citado el 11 de octubre del 2015.

La capacidad máxima de transporte y la potencia consumida por el elevador de cangilones están dados por las siguientes expresiones:

Capacidad:

$$Q\left(\frac{\text{ton}}{\text{hora}}\right) = 3600 \cdot s \cdot i \cdot \varphi \cdot \delta \cdot v \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

s: Numero de cangilones por metro de banda

i: Volumen del cangilón

φ : Rendimiento volumétrico (entre 0.5 y 0.8)

v: Velocidad elevador (m/s)

δ : Peso específico aparente del material transportado (kg/m^3)

Potencia:

$$N(CV) = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

H: Altura vertical en elevación (m)

η : Rendimiento mecánico (entre 0.4 y 0.8)

4.2.3 Secadoras de grano⁵

En la industria existen varios tipos de secadoras de grano, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

A. Secadoras de flujo continuo

Las secadoras de flujo continuo son aquellas que se basan en la constante introducción y descarga del grano, las secciones de secado y enfriamiento permanecen llenas durante todo el proceso.

⁵ Carlos Alberto de Dios, Secado de granos y secadoras. Santiago, Chile 1996. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Oficina regional para américa latina y el caribe. Citado el 15 de octubre de 2015

- Secadoras verticales tipo torre:

Estas secadoras se caracterizan por que el grano hace un recorrido de arriba hacia abajo mientras la humedad baja a un porcentaje determinado.

- Verticales de flujo mixto (de caballetes)

Estas secadoras poseen como característica un conjunto de conductos en forma de V por donde circula aire caliente o frío. Estos conductos están ubicados en las zonas de secado o enfriamiento.

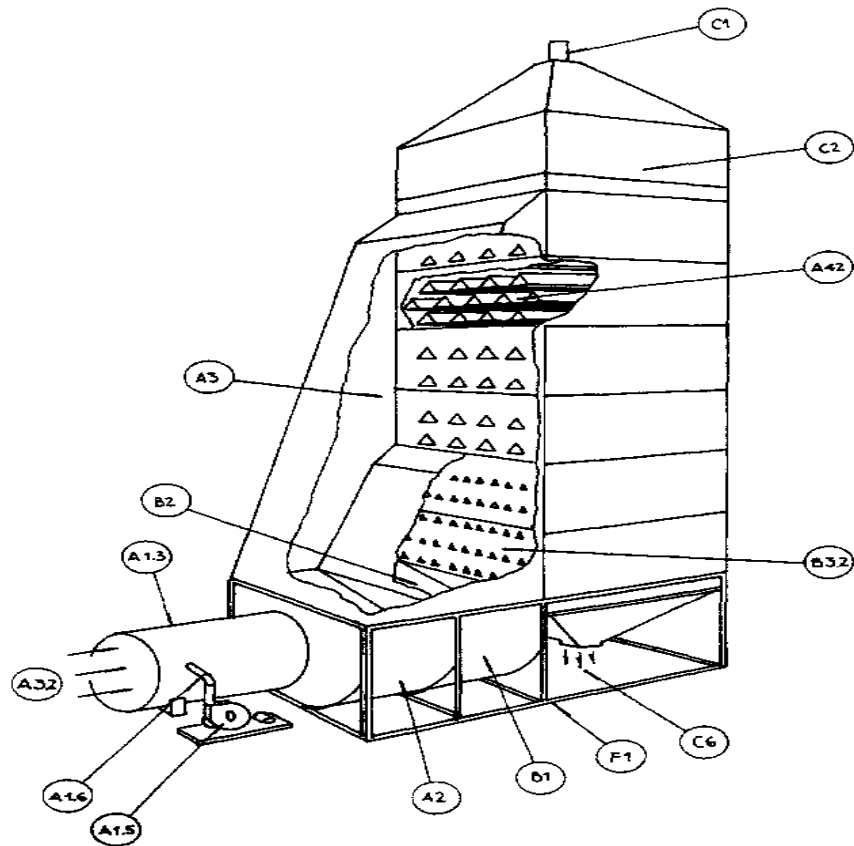


Figura 5. Esquema de una secadora de flujo continuo de caballetes.
Fuente: Carlos Alberto de Dios, Secado de granos y secadoras 1996.

En la figura 5 se puede observar un esquema de una secadora de flujo continuo de caballetes, donde A1.3: Es la cámara de combustión, A1.5: El ventilador para el aire de combustión. A1.6: El conducto de aire para la

combustión. A2: Ventilador de aire caliente. A3: El plenum de aire caliente. A3.2: La entrada de aire. A4.2: La cámara de secado (de caballetes). B1: El ventilador de aire frío. B2: El plenum de aire frío. B3.2: La cámara de enfriamiento. C1: La entrada de granos. C2: El depósito de granos. C6: La descarga de granos. F1: El bastidor.

- Verticales de flujo cruzado (de columnas)

Estas secadoras presentan columnas por donde circula el grano por acción de gravedad, las columnas están perforadas de tal manera, que el aire caliente circule de forma perpendicular al grosor de la columna.

- Verticales de persianas

Las secadoras de persianas presentan un cuerpo formado por tres tabiques verticales, siendo los dos exteriores abiertos en las dos caras, y el tabique medio en zigzag con grandes perforaciones. Esto garantiza un secado más homogéneo ya que el grano ubicado en el costado por donde circula el aire caliente desciende más rápido que el grano situado en el costado opuesto.

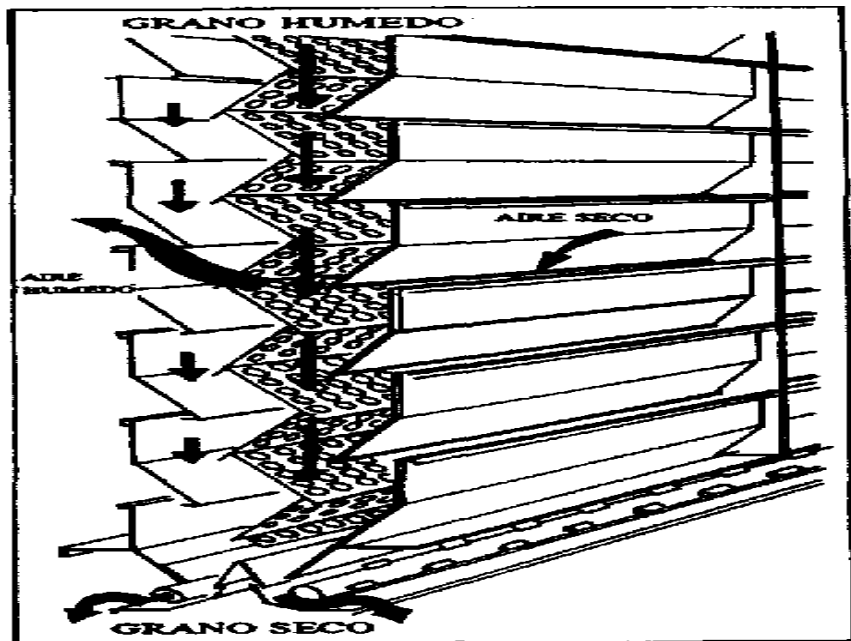


Figura 6. Esquema cuerpo principal de secadora de persianas.
Fuente: Carlos Alberto de Dios, Secado de granos y secadoras 1996.

- Verticales de flujo contracorriente

Son aquellas secadoras en las que el aire y el grano circulan en la misma dirección, pero en sentido contrario.

- Verticales de flujo concurrente

Son aquellas secadoras en las que el aire y el grano circulan en la misma dirección y en mismo sentido.

- Secadoras de cascadas

Estas secadoras están formadas por uno o dos planos inclinados, compuestos por persianas por las cuales el grano desciende en forma de cascada continua. En la figura 7 se puede observar el esquema de una secadora en cascadas.

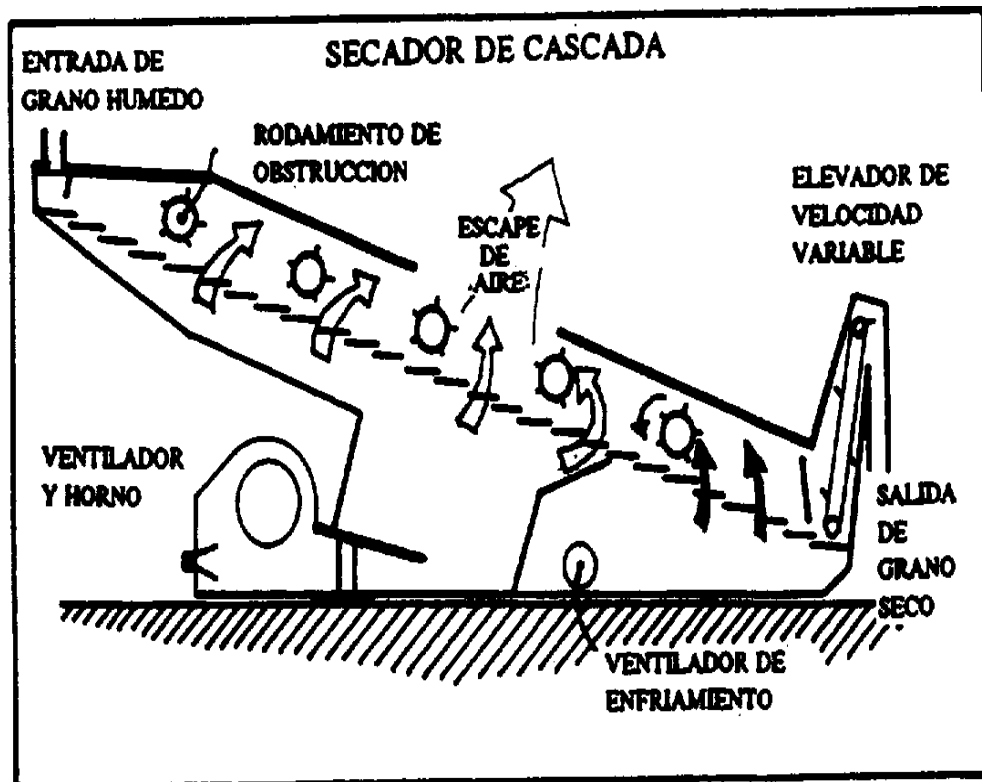


Figura 7. Secadora de cascadas de un solo plano.

Fuente: Carlos Alberto de Dios, Secado de granos y secadoras 1996.

- Secadoras horizontales

En las secadoras horizontales el grano circula de manera horizontal por medio de transportadores de piso. Estas también poseen secciones de secado y enfriamiento.

- Horizontales de lecho fijo

En estas secadoras el grano posee un transportador de piso que hace circular de manera horizontal el grano, el mismo es removido continuamente por un agitador que avanza y retrocede.

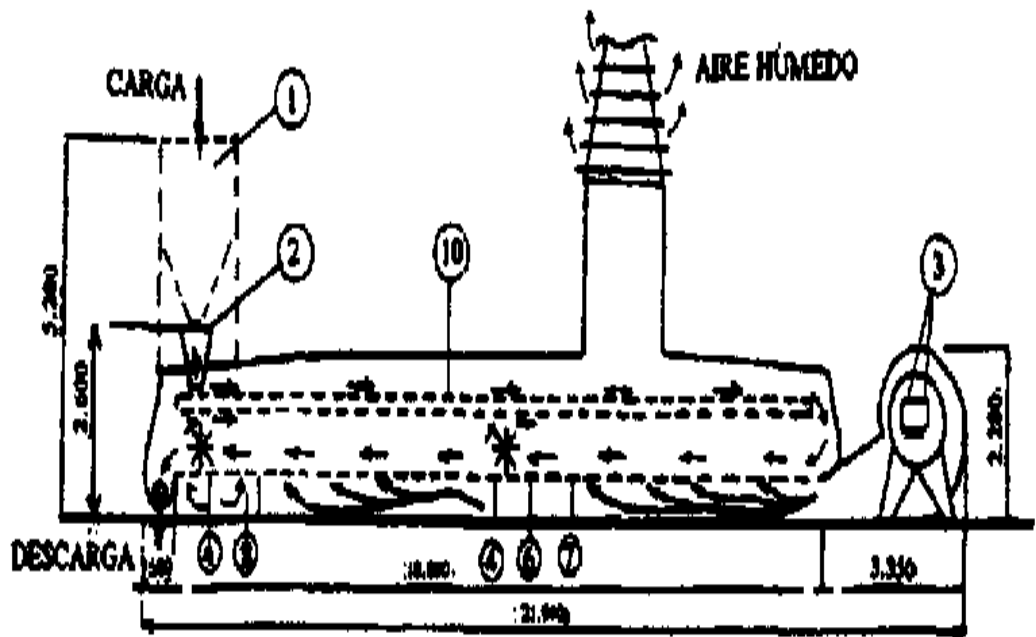


Figura 8. Esquema de secadora horizontal de lecho fijo

Fuente: Carlos Alberto de Dios, Secado de granos y secadoras 1996.

En la figura 8 se puede observar un esquema de una secadora horizontal de lecho fijo, donde; 1: Tolva suplementaria. 2: La tolva de carga. 3: El equipo generador de calor. 4: El agitador. 5: El ventilador de aire caliente. 6: El plano de secado. 7: El plenum de aire caliente. 10: El lecho móvil de precalentamiento y pre-secado.

- Horizontales de lecho fluido

Las secadoras de lecho fluido se caracterizan por utilizar altos caudales de aire caliente, con el fin de agitar y poner en suspensión la capa de granos, buscando un secado más homogéneo.

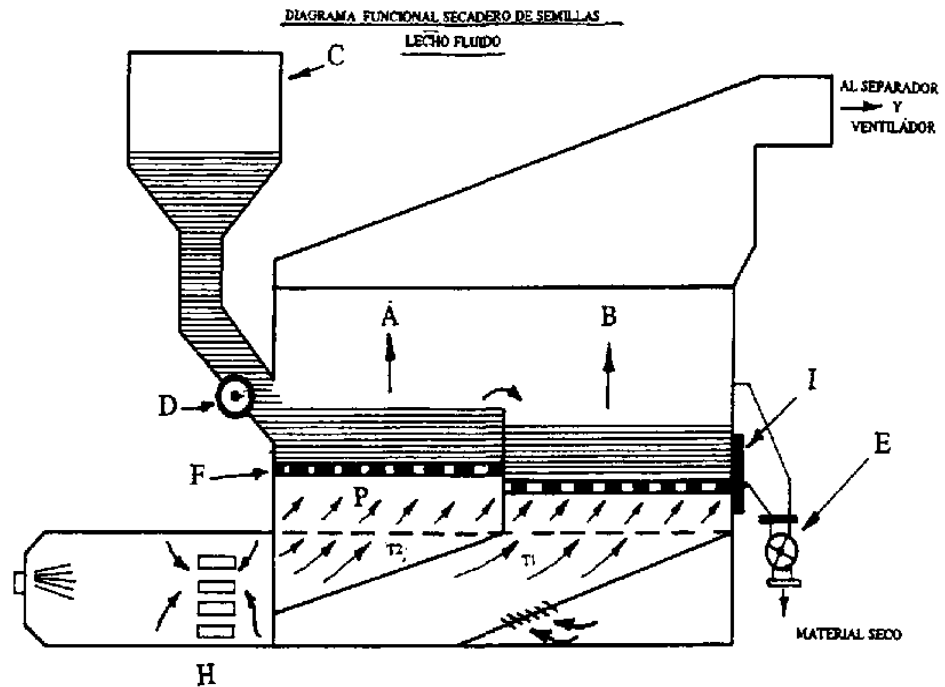


Figura 9. Secadora horizontal de lecho fluido.

Fuente: Carlos Alberto de Dios, Secado de granos y secadoras 1996

En la figura 9 se puede observar un esquema de una secadora horizontal de lecho fluido, donde; A: Es la zona de calentamiento. B: La zona de secado. C: La tolva de carga. D: El dosificador. E: La válvula rotativa. F: El fondo distribuidor. G: El quemador proporcionante. H: La regulación de aire secundario. I: El regulador de salida.

B. Secadoras en tandas

Se fundamentan en que el secado del grano se realiza por tandas, es decir la primera tanda de grano se introduce en la secadora y se mantiene en ella hasta que la humedad al porcentaje deseado. Las secadoras con secciones de enfriamiento realizan este proceso de la misma manera. Cuando el porcentaje de

humedad es el deseado el grano es extraído y la secadora se vuelve a llenar con otra tanda.

- Secadoras de flujo cruzado
 - Secadoras de flujo cruzado con recirculación
 - Secadoras de flujo cruzado estáticas

- Secadoras de flujo mixto
 - Secadoras de flujo mixto con recirculación
 - Secadoras de flujo mixto estáticas

Esta clasificación de secadoras solo se aplica para las secadoras comerciales, ya que existen múltiples variaciones y proyectos individuales de secadoras de granos no registradas comercialmente.

4.2.4 Contactores

Dispositivo mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

Los contactores pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Contactores electromagnéticos:

El contactor del tipo electromagnético trabaja bajo el principio de inducción de Faraday, ya que es accionado de manera remota a través de una bobina, que al ser sometida a una tensión provocara el cierre o apertura de los contactos del contactor. Los contactores poseen contactos principales o polos en posición normalmente, sin embargo cuentan con la posibilidad de adicionar contactos auxiliares, con posiciones de reposo abiertas o cerradas, que cambian al ser excitada la bobina. Estos contactos auxiliares a pesar de realizar el mismo trabajo de los polos, no poseen la capacidad de manejar altas potencias.

- Contactores de estado sólido:

Los contactores del tipo estado sólido trabajan bajo el principio de semiconductores, esto permite una conmutación electrónica por medio de tiristores, los cuales pueden soportar elevadas corrientes de interrupción. En este tipo de contactores no existen piezas mecánicas y comúnmente los circuitos de salida y entrada están separados galvánicamente por un optoacoplador.



Figura 10. Contactor tripolar.
Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC

4.2.5 Calderas generadoras de vapor piro tubulares⁶

Una caldera de vapor puede definirse como un recipiente en el que se transfiere la energía calorífica de un combustible a un líquido, haciendo que este cambie a estado gaseoso.

Las calderas piro tubulares se caracterizan por poseer un cuerpo cilíndrico en posición horizontal. Interiormente está formado por un paquete multitubular de transmisión de calor, una cámara superior de formación y acumulación de vapor.

⁶ Nick Lee Quiñonez Cercado. Desarrollo de software para el análisis y diseño térmico de calderas piro tubulares horizontales con quemadores a diésel y bunker. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniería mecánica en la escuela superior politécnica del litoral en 2008. Citado el 15 de octubre del 2015

La circulación de gases se realiza desde una cámara frontal dotada de brida de adaptación, hasta la zona posterior donde termina su recorrido en otra cámara de salida de humos.



Figura 11. Caldera pirotubular de 200 BHP.

Fuente: Autor

Las calderas piro tubulares están formadas por partes que ayudan a un correcto funcionamiento y desempeño de las mismas. A continuación se describirán esas partes:

- El hogar o cámara de combustión:

Es la parte de la caldera donde se libera la energía del combustible y se transfiere al agua. El hogar debe tener la longitud suficiente y el diámetro apropiado para asegurar que exista una total combustión del combustible.

- El haz de tubos:

Está compuesto por múltiples tubos de menor diámetro que el hogar, lo que permite capturar la mayor parte de la energía generada por el combustible. Alrededor de estos tubos se encuentra el agua.

- La coraza:

Esta es básicamente un cilindro de acero dentro del cual se encuentra alojado de manera integral la cámara de combustión y el haz de tubos.

- Las tapas:

Generalmente este tipo de calderas cuenta con una tapa frontal y una tapa trasera que permiten el acceso a los espejos de la caldera, permitiendo así el mantenimiento y limpieza de los tubos. Normalmente en la tapa trasera o posterior se coloca material refractario ya que estará sometida a altas temperaturas.

- Chimenea:

Es la parte de la caldera por donde salen los derivados de la combustión al medio ambiente.

- Dispositivos de control y seguridad:

Son los encargados de garantizar el correcto funcionamiento de la caldera. Estos son los más comunes:

- Control de nivel de agua (McDonnell)
- Control de nivel muy bajo de agua (Warrick)
- Control de presión (Pressuretrol)
- Válvula de seguridad.

4.2.6 Motores eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas que transforman la energía eléctrica absorbida por sus bornes en energía mecánica.



Figura 12. Motor eléctrico WEG 150 Hp.

Fuente: Autor

Los motores eléctricos se pueden clasificar según el tipo de corriente utilizada para su alimentación de la siguiente manera:

- Motores de corriente continua
 - Motores de excitación independiente.
 - Motores de excitación serie.
 - Motores de excitación (shunt) o derivación.
 - Motores de excitación compuesta (compund).
- Motores de corriente alterna
 - Motores síncronos.
 - Motores asíncronos:
 - a. Monofásicos:
 - De bobina auxiliar.
 - De espira en cortocircuito.
 - Universal.
 - b. Trifásicos:
 - De rotor bobinado.
 - De rotor en cortocircuito (jaula de ardilla).

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el cual circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético este tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

4.2.7 Compresores de tornillo aire comprimido⁷

Son equipos donde los rotores helicoidales engranados entre si y ubicados dentro de una carcasa, comprimen y desplazan el aire hacia la descarga. Generalmente, los lóbulos de los dos rotores no son iguales, estos se ajustan en las cavidades de la hembra o rotor conducido. Estos rotores pueden no tener el mismo número de lóbulos, por lo general el rotor principal tiene menos lóbulos y por ellos opera a mayor velocidad.

El principio fundamental se basa en que el aire llena el espacio entre los dos lóbulos y a medida que los rotores giran, el volumen entre los rotores disminuye obteniéndose progresivamente la compresión deseada.



Figura 13. Compresor de tornillo y secador refrigerativo KAESER
Fuente: Autor

⁷ José Manuel Arroyo Rosa. Tipos de compresores de aire. Publicado en 2013. Temariosformativosprofesionales.wordpress.com. Citado el 15 de octubre de 2015

Debido a que este tipo de compresor, no posee válvulas de aspiración, válvulas de descarga y fuerzas mecánicas desequilibradoras. Permiten que pueda funcionar a elevadas velocidades.

La compresión del aire no ocurre en el interior del compresor si no en un tanque posterior en el cual el aire se comprime debido a las sucesivas entregas de aire por parte de los rotores.

4.3 SENSORES Y CONTROLADORES

4.3.1 Tarjeta de comunicaciones PM8ECC

La tarjeta PM8ECC es un módulo integrado de comunicaciones para analizadores de red de la serie 800 Power logic. Ofrece conectividad Ethernet (Modbus TCP/IP) y dispositivos conectados en serie. Lo que permite el acceso de manera remota a la información otorgada por la central de medida.

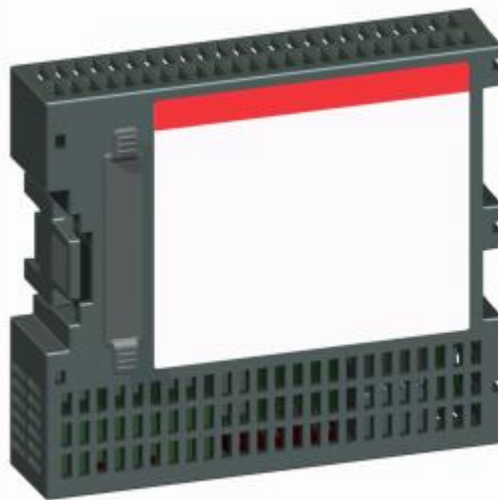


Figura 14. Tarjeta de comunicaciones PM8ECC
Fuente: Manual de usuario tarjeta PM8ECC Power logic

La tarjeta de comunicaciones admite protocolos Ethernet Modbus TCP/IP, protocolo HTTP, protocolo de transferencia de archivos FTP, Protocolo simple de administración

de redes SNMP, protocolo de resolución de dirección ARP, Protocolo de transferencia de correo SMTP y protocolo de hora de red SNTP.

4.3.2 Arrancadores suave⁸

.Un arrancador suave es un convertidor electrónico de energía, el cual se encarga de modular la energía eléctrica que es suministrada al motor. Estos se componen por tiristores SCR en oposición por cada línea conectada al motor.

En los motores trifásicos la potencia eléctrica durante el arranque, es controlada por seis tiristores SCR. Esto se logra ya que, solo una porción de la onda senoidal de la corriente alterna es suministrada al motor. Esta porción ira aumentando de acuerdo a la programación realizada en el circuito de maniobra, hasta alcanzar una tensión nominal. El arranque progresivo provee la función alternativa de detener el motor, reduciendo la tensión hasta que se realice la detención del mismo.



Figura 15. Arrancador suave altistart 48

Fuente: Autor

⁸ Xavier Orlando Gaguancela Vargas – Geoconda Gabriela Sáez Layedra. Dotación y aplicación de un módulo con variador de velocidad para simulación de control de arranque y velocidad del motor de una grúa para el laboratorio de control industrial. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniería de mantenimiento en la escuela superior politécnica de Chimborazo en 2011. Citado el 15 de octubre del 2015.

Los arrancadores suaves modernos están controlados por microprocesadores, los cuales utilizan información predeterminada por el usuario para manejar rampas de aceleración o desaceleración, para limitar corriente, velocidad y par del motor.

- Ventajas arrancadores suaves:
 - Reducción de corriente de arranque.
 - Ahorro de energía.
 - Protección cargas mecánicas.
 - Facilidad de instalación.
 - Extensión de vida útil de equipos.
 - Flexibilidad para cargas mecánicas.
 - Adaptabilidad de perfiles de carga.
 - Mantenimiento sencillo y de bajo costo.
 - Protecciones incorporadas de sobrecarga y asimetría.
 - Facilidad de reemplazo.
 - Posee comunicación a PLC.

4.3.3 Variadores de velocidad

Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que pueden controlar la velocidad de motores asíncronos. Estos poseen de un módulo de control conformado por un microprocesador que a partir de los ajustes del usuario y la retroalimentación de las medidas de velocidad, corriente y par del motor. Transmite los ajustes necesarios a un módulo de potencia que se encarga de variar la velocidad del motor, las rampas de aceleración y desaceleración, la limitación de corriente y la seguridad.

El módulo de potencia está compuesto por semiconductores como diodos, transistores, tiristores e IGBT. Estos se encargan de modificar y alterar la forma de onda de la corriente alterna suministrada al motor.

Las principales funciones de los variadores de velocidad son el arranque y regulación de velocidad de los motores, frenado de desaceleración y frenado de parada, ahorro de energía, protección del motor, conmutación de rampas, conmutación de referencias, recuperación automática con selección de velocidad, limitación automática del tiempo de marcha a velocidad baja, visualización de velocidad y comunicación remota.

4.3.4 Sensores de nivel⁹

.Los sensores son componentes de un sistema que lo enlazan con su entorno físico, al cual no puede acceder el usuario. La función de los sensores es obtener información en tiempo real del estado de las variables del sistema.



Figura 16. Sensor de nivel AUTOSSET ATTS7V0A-FP

Fuente: Autor

Los sensores de nivel se pueden clasificar según su campo de aplicación (líquidos y sólidos), estos campos se diferencian de manera significativa y se necesita de diferentes modificaciones como caracterización de los sensores para su correcta medición.

Los sensores nivel pueden entregar dos tipos de señal de medida. La señal analógica permite conocer el nivel preciso todo el tiempo y la señal digital presenta el nivel en un determinado punto seleccionado por el usuario.

La selección del tipo de sensor depende fundamentalmente por el tipo de recipiente donde se realizara la medida, tamaño del recipiente, el tipo de material, estado y temperatura del material. Pero el factor más importante que se debe tener en cuenta es la precisión de la medida requerida para el sistema.

⁹ Luis Fernando Abellán Carmona. Sensores de nivel utilizados en la automatización industrial. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniería eléctrica en la universidad de Costa rica en 2008. Citado el 16 de octubre del 2015.

Los tipos de sensores de nivel se pueden clasificar de la siguiente manera:

A. Sensores de nivel analógicos:

- Sensores de nivel para líquidos:
 - Sensor de flotador.
 - Sensor de flotador (acople magnético).
 - Sensor de flotador (tipo desplazamiento).
 - Sensor de presión hidrostática (manométrico).
 - Sensor de presión hidrostática (membrana).
 - Sensor de presión hidrostática (burbujeo).
 - Sensor de presión hidrostática (presión diferencial).
 - Sensor de capacitancia.
 - Sensor de radar o microondas.
 - Sensor de ultrasónicos.

- Sensores de nivel para sólidos:
 - Sensor de sondeo electromecánico.
 - Sensor de báscula.
 - Sensor capacitivo.
 - Sensor de ultrasónicos.
 - Sensor de radar.

B. Sensores de nivel digitales:

- Sensores de nivel para líquidos:
 - Sensor conductivo o resistivo.
 - Sensor de capacitancia.

- Sensores de nivel para sólidos:
 - Sensor de diafragma.
 - Sensor de cono suspendido.
 - Sensor de varilla sensible.

- Sensor de conductividad.
- Sensor de paletas rotativas.
- Sensor de radar de microondas.

4.3.5 Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.



Figura 17. Sensor de temperatura RTD PT100

Fuente: Autor

Hay tres tipos de sensores de temperatura, los termistores, los RTD y los termopares.

- El termistor

El termistor está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura. Existen los termistores tipo NTC y los termistores tipo PTC. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia.

- RTD (detector de temperatura resistivo)

Es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno.

- El termopar

El termopar, también llamado termocupla y que recibe este nombre por estar formado por dos metales, es un instrumento de medida cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico. Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica. El termopar genera una tensión que está en función de la temperatura que se está aplicando al sensor. Midiendo con un voltímetro la tensión generada, conoceremos la temperatura.

4.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

4.4.1 Protocolo HTTP

El protocolo de transferencia de “HiperTexto” (Hyperotext Transfer Protocol) es un protocolo básico de comunicación cliente-servidor que permite el intercambio de información entre los clientes web y los servidores HTTP.

Este protocolo se fundamenta en sencillas operaciones de solicitud/respuesta. El cliente establece una conexión con el servidor y envía un mensaje con una los datos específicos de solicitud. El servidor responde con un mensaje similar, el cual contiene la información del estado de operación y el posible resultado.

El protocolo HTTP se caracteriza por que las comunicaciones entre los clientes y los servidores se realiza en lenguaje ASCII de siete bits, permite el envío de objetos de multimedia por medio de la codificación de archivos binarios en cadena de caracteres, cada tarea implica una conexión con el servidor por ello la conexión solo se puede mantener por un tiempo definido de tiempo, cada operación realizada es totalmente independiente de las otras.

5. DESARROLLO PLAN DE TRABAJO

Los puntos fundamentales que se abordaron para el diseño del plan de mantenimiento preventivo fueron: Levantamiento de información, diseño y actividades complementarias. A continuación se describirá todo el proceso llevado a cabo en cada uno de estos puntos.

5.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.

- **Planos de proceso:**

Para el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa tan grande como ALIAR S.A. surge la necesidad de conocer a profundidad cada uno de los procesos de producción llevados a cabo de cada una de las plantas del área productiva. Esta información debe integrar cada uno de los equipos que están presente en los procesos separados por los sistemas que integran la planta y debe estar al alcance de las personas que tengan contacto con dicho proceso, es decir que pueda ser de utilidad al personal administrativo, operarios de producción de la planta y personal del departamento de mantenimiento.

Debido a la cantidad de plantas y la complejidad de algunas, se decidió elaborar solo el plano de proceso de tres plantas: Planta de concentrados, planta de secamiento No.1 y planta de secamiento No.2

Estos planos son desarrollados por medio del software LabView por medio del módulo DSC (Datalogging and Supervisory Control) de la empresa National instruments. Hay que resaltar que los planos desarrollados no son interactivos ni presentan programación, únicamente se usó el software para diseñarlos de manera gráfica con el objetivo de que estos representaran lo mayor posible el proceso real de cada planta.

Los planos completos se mostraran en el anexo I de este trabajo.

El proceso general llevado a cabo en el área productiva de ALIAR S.A. se muestra en la figura 19.

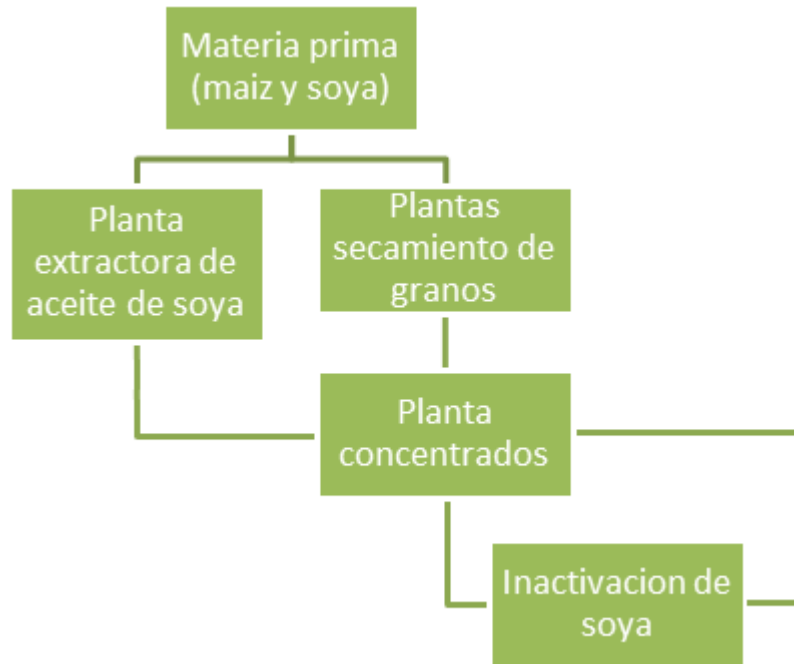


Figura 18. Proceso general plantas de producción ALIAR S.A.
Fuente: Autor

5.1.1 Proceso planta de secamiento de granos No. 1

El proceso llevado a cabo en la planta de secamiento No.1, se divide en cuatro sistemas: Recibo, secado, almacenaje y despacho.

- Recibo:

La materia prima (maíz y soya) es transportada a la planta por medio de camiones de carga pesada con sistema hidráulico de volteo. El grano es recibido por dos tolvas de recibo independientes las cuales cuentan con transportadores de arrastre por paletas que trasladan el grano a dos elevadores de cangilones, los cuales alimentan dos pre-limpiadoras de granos. Estas cumplen la función de extraer impurezas presentes en el grano por medio de dos módulos, el primero se encarga de las impurezas de mayor tamaño por medio de dos sistemas de zaranda y el segundo se encarga de las impurezas livianas y polvos por medio de un ciclón de extracción.

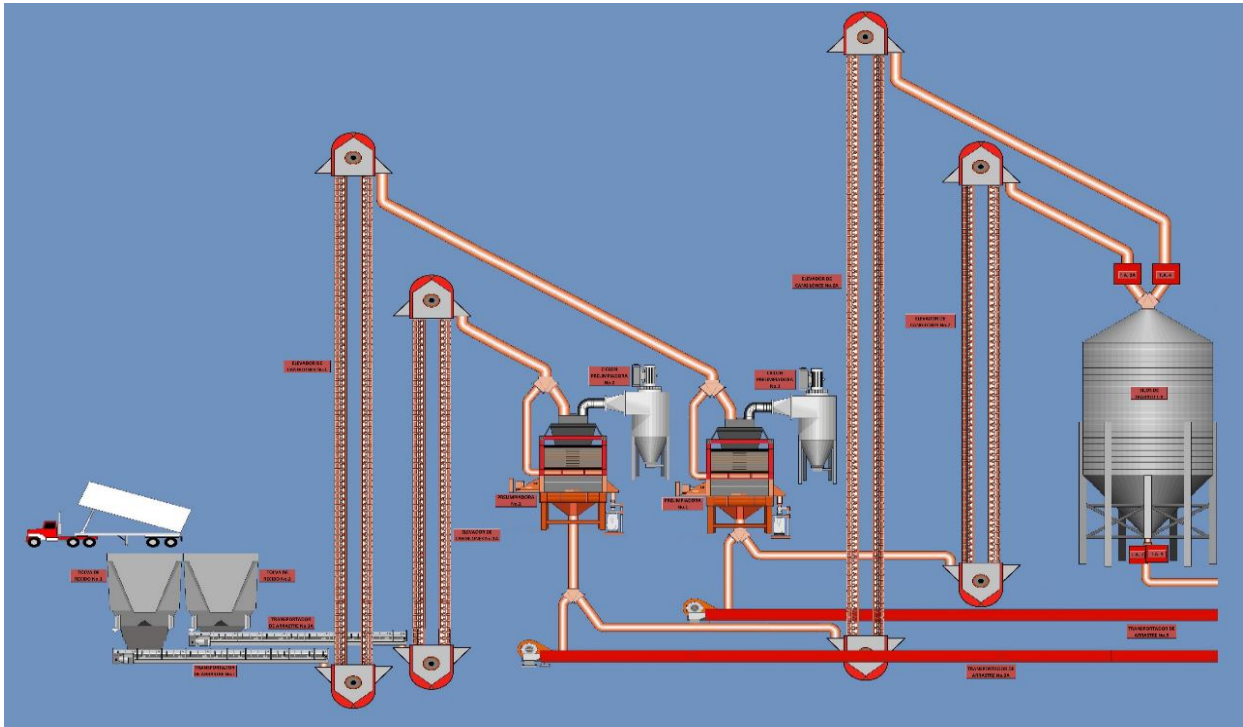


Figura 19. Recibo secamiento No.1

Fuente: Autor

Después de las pre-limpiadoras existen dos rutas diferentes, una va a dos elevadores de cangilones que llevan el grano a dos transportadores de arrastre por paletas, quienes tienen la función de surtir ocho silos de trabajo los cuales se encargan de suministrar el grano por medio de dos transportadores de arrastre al siguiente sistema del proceso cuando el operario lo crea necesario. Sin embargo, la otra ruta son dos transportadores de arrastre los cuales sirven para pasar por alto los silos de trabajo y pasar directo al siguiente sistema.

- Secado:

El grano proveniente del sistema de recibo pasa a dos elevadores de cangilones de los cuales uno tiene la función de surtir una secadora de granos. Dicha secadora seca el grano por medio de aire caliente suministrado por un ventilador y tres hornillas que posee en su base. En caso de tener que recircular el producto, la secadora posee un transportador sinfín que se encarga de devolver el grano al elevador que surte la secadora.

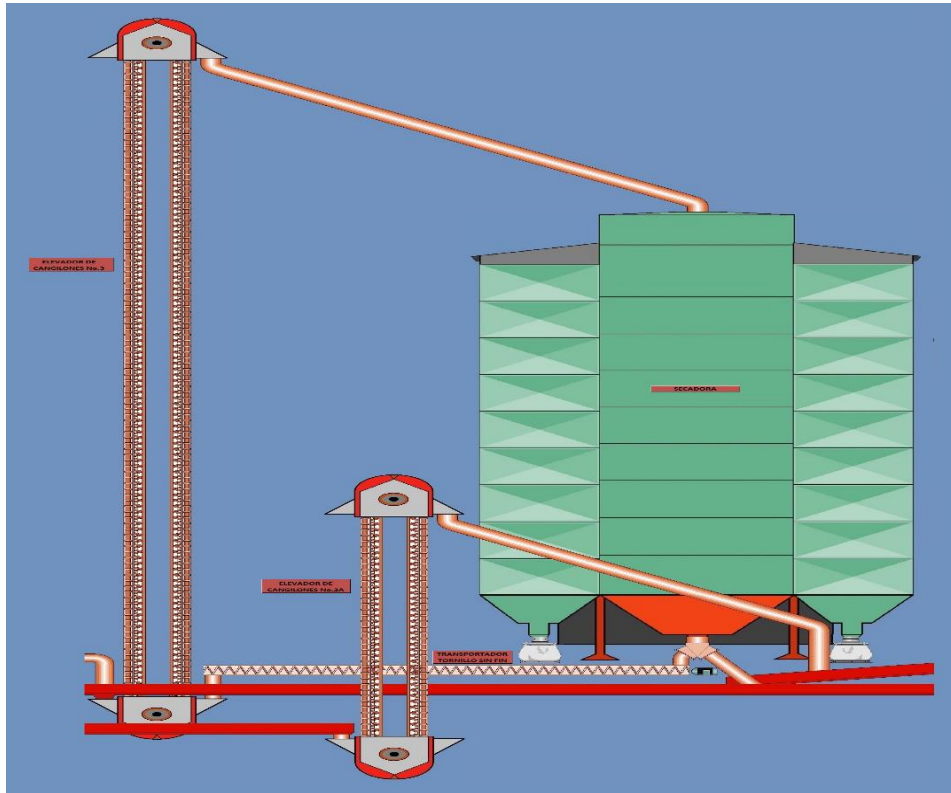


Figura 20. Secado secamiento No.1

Fuente: Autor

El otro elevador tiene la función de saltar la etapa de proceso y pasar directamente al siguiente sistema.

En el momento en que el grano posee el porcentaje de humedad deseada pasa a un transportador de arrastre el cual lo lleva al siguiente sistema.

- Almacenaje:

El grano proveniente del sistema de secado pasa a dos transportadores que se encargan de llevarlo hasta dos elevadores de cangilones centrales los cuales tienen dos funciones, la primera es llevar el grano a los transportadores que cargan los silos de almacenamiento. Estos silos de almacenamiento cuentan con ventiladores para mantener la calidad del grano. Además para realizar la descarga de los silos cuentan con una bazuca por cada silo. Esta bazuca consiste en un tornillo sinfín alimentado por un motor eléctrico trifásico que descarga el silo desde la parte central del silo.

En el momento de la descarga de los silos de almacenamiento comienza la segunda función de los elevadores centrales, ya que hay dos transportadores los cuales reciben el grano descargado por las bazucas y lo llevan a estos elevadores, los cuales llevan el grano al siguiente sistema del proceso.

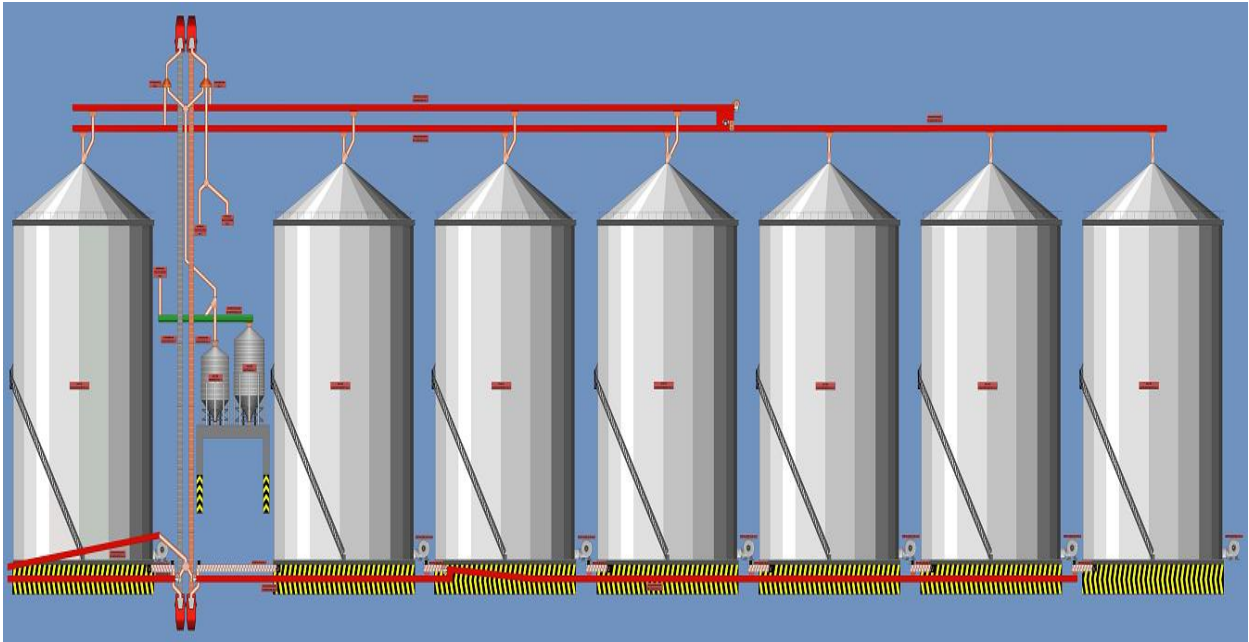


Figura 21. Almacenaje secamiento No.1

Fuente: Autor

- Despacho:

El grano que proviene del sistema de almacenaje es llevado por medio de un transportador de arrastre a dos silos de despacho que se encargan de dosificar el despacho de grano seco a diferentes medio de transportes.

Hay que resaltar que esta planta surte la planta de concentrados por medio de dos rutas diferentes.

La primera es el transportador de arrastre No. 8 quien lleva el grano directamente a la planta de concentrados y la segunda que es por medio de los distribuidores que tienen la opción de seleccionar un bajante que surte el silo de soja para el sistema de inactivación de soja de la planta de concentrados.

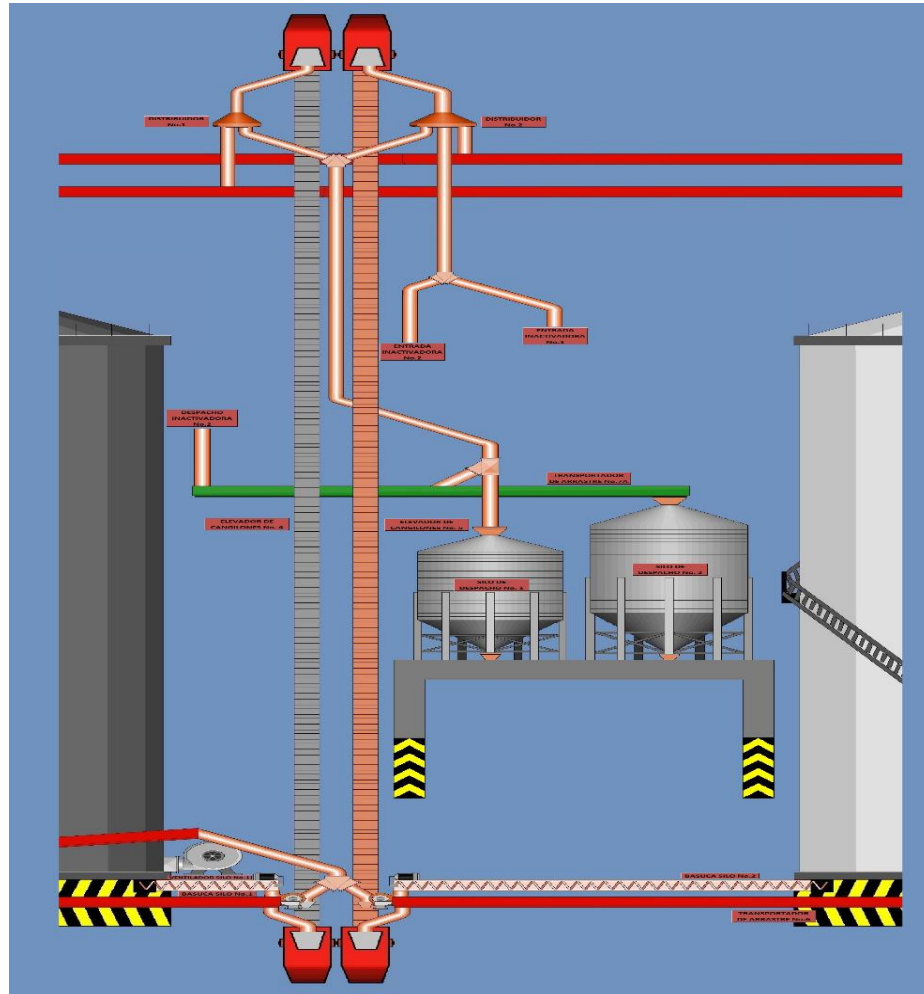


Figura 22. Despacho secamiento No.1
Fuente: Autor

5.1.2 Proceso planta de secamiento de granos No. 2

El proceso llevado a cabo en la planta de secamiento No.2 es muy similar al llevado a cabo en la planta de secamiento No.1 y se divide en los mismos cuatro sistemas: Recibo, secado, almacenaje y despacho. Sin embargo, estas se diferencian en la cantidad de equipos, número de rutas y capacidad de trabajo.

Debido a la intrincada estructura de la planta de secamiento No.2 es muy complicado separar el plano en cada uno de los diferentes sistemas por ello se mostrara de manera completa:

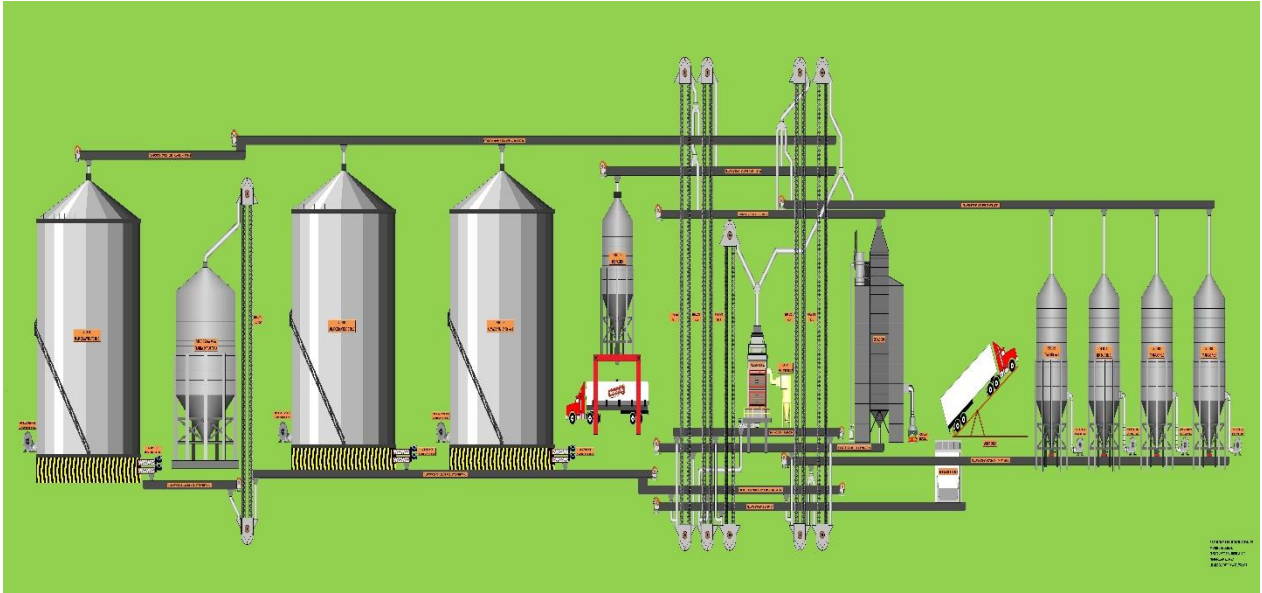


Figura 23. Planta de secamiento No.2

Fuente: Autor

- Recibo:

A diferencia de la planta de secamiento No.1 esta planta cuenta con un sistema hidráulico de sistema de volteo, lo que implica que la materia prima (maíz y soya) puede ser transportada por cualquier tipo de tracto camión. El grano es recibido por una tolva de recibo, la cual cuenta con un transportador de arrastre por paletas que traslada el grano a un elevador de cangilones que alimenta una pre-limpiadora de granos. Esta cumple la función de extraer impurezas presentes en el grano por medio de tres módulos, el primero se encarga de las impurezas de mayor tamaño por medio de un sistema de malla rotativa, el segundo se encarga de las impurezas livianas por medio de dos cajas de zarandas y el tercero se encarga de partículas finas por medio de un ciclón de extracción.

Después de que la pre-limpiadora cumple con su papel, el grano pasa a un transportador de descargue que lo lleva a un elevador de cangilones, el cual se encarga de subir el grano hasta el transportador de cargue de 4 silos de trabajo. Los cuales se encargan de distribuir el grano según lo desee el operador por medio de un transportador de descargue que lleva el grano al siguiente sistema.

- **Secado:**

El grano proveniente del sistema de recibo pasa a un elevador de cangilones, el cual tiene la función de surtir una secadora de granos. Dicha secadora seca el grano por medio de aire caliente suministrado por tres extractores ubicados en la parte superior y tres hornillas que posee en su base. Esta secadora cuenta con un transportador de descargue que le permite recircular el grano en caso de ser necesario o pasarlo al siguiente sistema del proceso.

- **Almacenaje:**

El grano proveniente del sistema de secado pasa a un elevador de cangilones que se encarga de llevarlo hasta los transportadores de cargue de silos de almacenamiento. Son tres silos de almacenamiento, los cuales cuentan con ventiladores para mantener la calidad del grano. En el momento de realizar la descarga del grano, los silos cuentan con dos bazucas por cada silo. Estas bazucas consisten en un tornillo sin fin alimentado por un motor eléctrico trifásico que descarga el silo en la parte de inferior desde la parte central del silo. El grano extraído por las bazucas pasa a tres transportadores de arrastre que tienen la función de llevar el grano al siguiente sistema del proceso.

5.1.3 Proceso planta de concentrados

El proceso llevado a cabo en la planta de concentrados, se divide en seis sistemas: Dosificados, Molienda, peletizado, enfriamiento, despacho granel e inactivación.

- **Dosificados:**

El grano que suministra la planta de secamiento No.1 llega al sistema de dosificados para ser procesado y producir concentrado.

El grano llega la planta por medio de un transportador de arrastre, el cual alimenta un elevador de cangilones que se encarga de subir el grano y agregados (adiciones para las diferentes recetas de concentrado) a un transportador de arrastre que alimenta a dos distribuidores. Estos se encargan de distribuir la materia prima en diez diferentes tolvas dosificadoras, las cuales cuentan cada una con un transportador sinfín que le permite la dosificación del producto. Estos sinfines cuentan con variadores de velocidad los cuales le proveen mayor control a la hora de dosificar el producto según la masa que detecta la báscula. El operario programa el tipo de receta que quiere procesar y las cantidades de

cada uno de los ingredientes que están presentes en las tolvas de dosificadoras. Los ingredientes caen en una báscula que le permite saber al controlador cuando esta lista la receta y seguir el proceso.

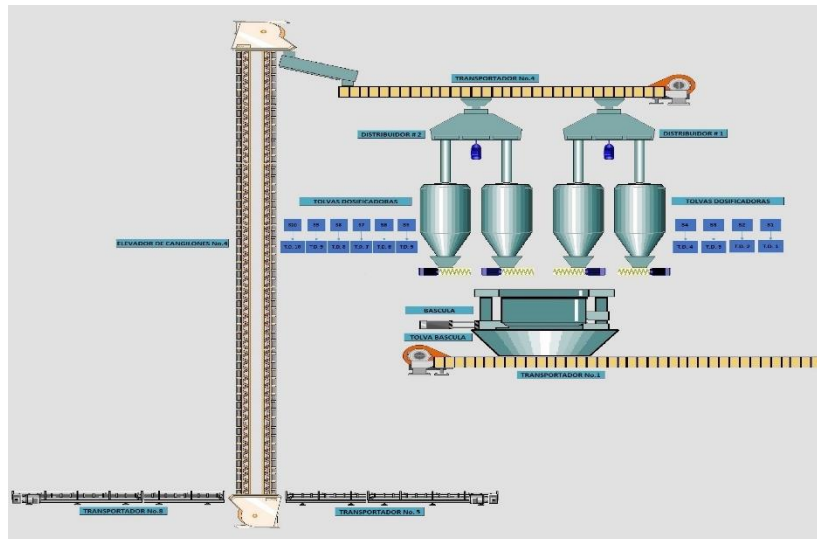


Figura 24. Dosificados concentrados
Fuente: Autor

Cuando la receta esta lista pasa a una tolva bascula la cual tiene la función de suministrar de producto un transportador de arrastre, el cual se encarga de enviar la receta al siguiente sistema del proceso.

- **Molienda**

La receta que proviene del sistema de dosificado es recibida por un elevador de cangilones, el cual se encarga de alimentar una tolva de pre-molienda. Esta tolva tiene como fin dosificar el paso del producto mediante una rasera accionada por un cilindro neumático. El producto sigue su curso a dos molinos de martillos los cuales se encargan de convertir el grano del maíz y la soya en harina.

Cada molino cuenta con un filtro de mangas y un ventilador que se encargan de extraer las impurezas y el polvo generado en la molienda del grano. Al tiempo al cual la receta es convertida en harina, cae en una tolva llamada tolva pre-mezcla.

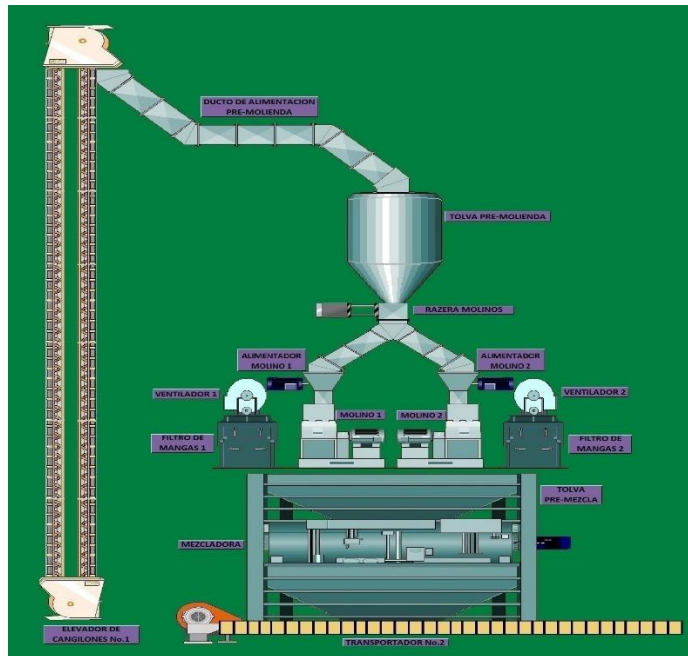


Figura 25. Molienda concentrados

Fuente: Autor

Una vez la receta este en la tolva de pre-mezcla, esta pasa a la mezcladora donde es mezclada con otros aditivos necesarios para completar el producto. A partir de acá el producto está listo con todos los ingredientes necesarios y pasa a un transportador de arrastre que lo lleva al siguiente sistema del proceso.

- Peletizado:

La harina que proviene del sistema de molienda es transportada a un elevador de cangilones, el cual tiene la función de abastecer cuatro tolvas de ensayo las cuales dosificarán la harina a medida de que vayan siendo procesadas. Esta harina pasa a un alimentador el cual consisten en un tornillo sinfín. Este introduce la harina progresivamente en un acondicionador el cual también es un tornillo sinfín pero tiene la particularidad de que a medida de que la harina es transportada se le adiciona vapor con una temperatura determinada y además de adquirir una humedad necesaria para la siguiente etapa del proceso.

La harina ya acondicionada pasa a dos peletizadoras, las cuales son dos máquinas que por medio de rodillos y dados tienen como fin transformar la harina en concentrado y darle la forma y la consistencia característica del mismo.

- **Enfriamiento:**

El concentrado proveniente del sistema de peletizado llega con una temperatura y una humedad con la cual no se puede almacenar ni transportar, por lo tanto pasa a dos enfriadoras que se encargan de llevarlo a la temperatura y humedad deseadas. Estas enfriadoras cuentan con dos ciclones los cuales se encargan de recoger todo el material particulado generado en el proceso de peletizado y devolverlo a este mismo haciendo que nada del producto se pierda.

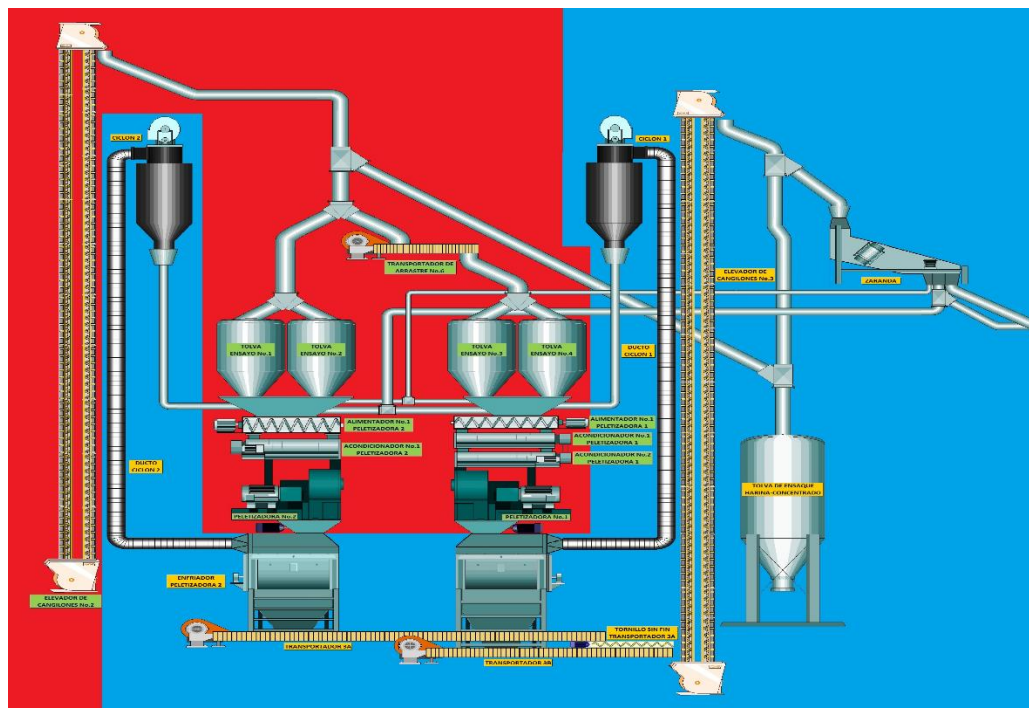


Figura 26. Peletizado - Enfriamiento concentrados

Fuente: Autor

En este punto el concentrado ya está listo para despachar sin embargo hay la posibilidad de que impurezas no deseadas pasen con él, por ello es llevado por medio de dos transportadores de arrastre a un elevador que hace pasar el producto por una zaranda que se encarga de filtrar el concentrado y retirarle impurezas no deseadas. Esta zaranda

también retira harina que los ciclones no pudieron extraer y enviarla de nuevo al sistema de peletizado.

- **Despacho granel:**

Con el concentrado en condiciones óptimas para su distribución es recibido del sistema de enfriamiento por un transportador de arrastre que surte ocho tolvas de despacho por medio de raseras accionadas por cilindros neumáticos. Estas tolvas se encargan de almacenar el concentrado para ser transportado por camiones graneleros a las diferentes granjas de cerdos de la empresa. El descargue de las tolvas de despacho se hace por medio de una rasera manual controlada por un operario.

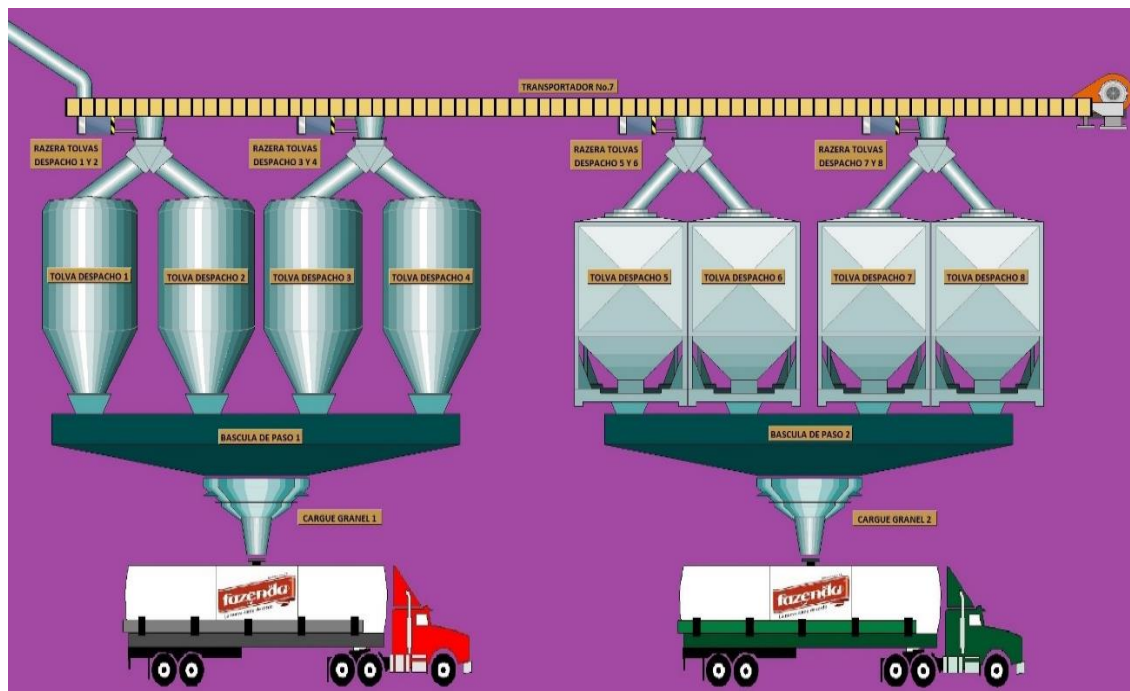


Figura 27. Despacho granel concentrados

Fuente: Autor

- **Inactivación:**

La planta de concentrados cuenta con un sistema independiente del proceso, el cual se encarga del proceso de inactivación de la soya. Esto se realiza debido a que la soya en su estado crudo contiene un inhibidor de enzimas. Para eliminar dicho inhibidor se debe cocinar la soya a una temperatura mayor de 60°C.

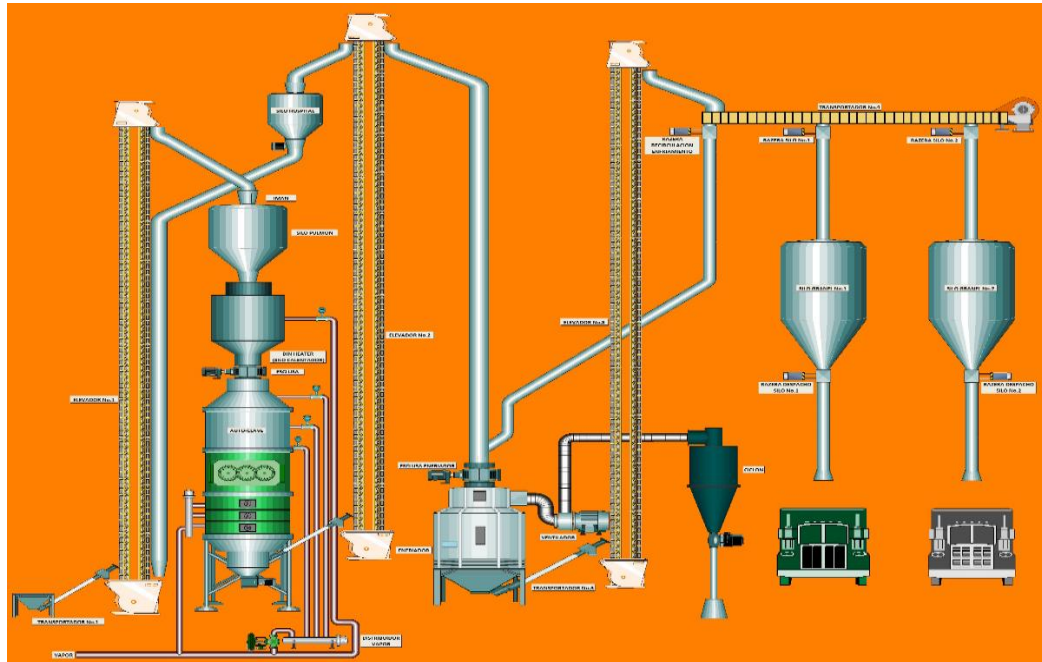


Figura 28. Inactivación concentrados

Fuente: Autor

La planta de secamiento No.1 surte de soja cruda al sistema por medio de un silo de trabajo. A partir de este punto la soja entra al sistema de inactivación por medio de un transportador sinfín No.1, el cual extrae la soja del silo de trabajo y la introduce en un elevador de cangilones el cual se encarga de abastecer un silo pulmón. Este hace el papel de un silo de trabajo el cual va dosificando la cantidad de soja a medida que se va realizando el proceso.

La próxima etapa del proceso es el bin heater, el cual es un silo que se encarga de llevar la soja a una determinada antes de ser pasado por el auto-clave el cual es el encargado de realizar la cocción de la soja en diferentes niveles, buscando una cocción pareja y uniforme. En este punto la soja ya se encuentra inactivada sin embargo se encuentra a una alta temperatura, por lo tanto pasa por un transportador sinfín y un elevador de cangilones que se encargan de llevar la soja a un enfriador que hace que la temperatura de la soja baje a un valor de trabajo deseado.

En caso de que la soja no haya logrado satisfactoriamente el proceso de inactivación hay una ruta a partir del elevador de cangilones No. 2 y un silo hospital. La cual sirve para hacer recircular la soja de nuevo por todo el proceso.

5.1.4 Fichas técnicas

Con el objetivo de implementar un mantenimiento preventivo apto para esta empresa, se debe contar con una base de datos de cada uno de los equipos presentes en las plantas de producción. Teniendo en cuenta cada uno de estos equipos se dispuso a la elaboración de las fichas técnicas, las cuales deben contener los datos más significativos de cada uno de estos equipos.

Datos esenciales en fichas técnicas:

- Datos generales del equipo (Datos de ubicación y clasificación del equipo).
- Fotografía del equipo.
- Datos técnicos (Características específicas del equipo y repuestos críticos).

En la figura se observa el modelo de la ficha técnica utilizado.



		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO			
		FORMATO DE FICHA TECNICA DE EQUIPOS			
DATOS GENERALES DEL EQUIPO					
NOMBRE:	ELEVADOR Nº3				
ÁREA:	SECAMIENTO				
SUBÁREA:	SECAMIENTO Nº2				
SISTEMA:	RECIBO				
CAPACIDAD:	100 ton/h				
					
DATOS TECNICOS ELEVADOR					
PIÑÓN MOTRIZ:	120 2B 17 Paso: 38.1mm Dientes: 17 Eje: 60mm	PIÑÓN Nº 2:	120 2B 18 Paso: 38.1mm Dientes: 18 Eje: 85mm		
CHUMACERA PIÑÓN:	2 Chumaceras SNV-519-616 Balinera 22219 Agujero conico Buje H-319 Eje: 85mm	CHUMACERA TENSORA:	2 Chumaceras F208 De 1.1/2"		
CANGILON:	11" x 6"	BANDA:	12" 4 lonas		
CADENA TRANS.	Cadena paso doble 120	UNION:	Union doble paso 120		
MEDIO PASO:	Doble medio paso 120	LONGITUD PIE:	1.4 metros		
LONGITUD PANTALON:	2.4 metros	LONGITUD CABEZOTE:	1.5 metros		
ALTURA ELEVADOR	19 metros				

Figura 29. Ficha técnica elevador de cangilones No.3

Fuente: Autor

Algunos equipos están compuestos por otros, es decir en el caso de un elevador este cuenta con un motor. Este motor se considera como un equipo aparte del elevador y por ello se realizaron fichas técnicas de todos los motores y equipos que pueden llegar a ser considerados complementarios.

En el caso de los motores y bombas las fichas técnicas son diferentes, ya que poseen datos esenciales como:

- Datos generales del equipo (Datos de ubicación y clasificación del equipo).
- Datos específicos del equipo (Marca, modelo, código).
- Datos técnicos del equipo (tensión, corriente, potencia, RPM, factor de potencia, relación).

En la tabla se observa el modelo de ficha técnica utilizado para motores y bombas.

		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO		
		FORMATO DE FICHA TECNICA DE EQUIPOS		
DATOS GENERALES DEL EQUIPO				
NOMBRE:	ELEVADOR Nº3 SECAMIENTO 2			
ÁREA:	SECAMIENTO			
SUBÁREA:	SECAMIENTO Nº2			
SISTEMA:	RECIBO			
DATOS ESPECIFICOS DEL EQUIPO				
MARCA:	SEW EURODRIVE			
MODELO:	R97DRS180S4			
CODIGO:	SEW-26-01			
DATOS TECNICOS DEL MOTOR				
TENSION:	220/440Vac	CORRIENTE:	53.0/26.5Amp	
POTENCIA:	20Hp(15Kw)	F.P:	0,83	
RPM:	79	RELACION:	22,37	
D.EJE:	60mm Cuña 18mm x 10mm			

Figura 30. Ficha técnica motor elevador de cangilones No.3

Fuente: Autor

Para facilitar el acceso a estas fichas se organizaron por medio de un diagrama de proceso de cada uno de las plantas. Este diagrama se realizó en Excel, permitiendo al usuario acceder a cada una de las fichas técnicas por medio de hipervínculos siguiendo el orden en que están ubicados cada uno de los equipos durante el proceso.

Los diagramas de acceso y las fichas técnicas de todos los equipos de las plantas de producción de la empresa se muestran en el anexo II.

5.1.5 Stock de repuestos máximos y mínimos

Aliar S.A. presenta una ubicación muy alejada de sus proveedores lo que les genera costos adicionales, retrasos en la entrega de repuestos y mayores tiempos en la solución de fallas por parte del departamento de mantenimiento. Por ello, la forma de mitigar este problema es teniendo una base de datos completa de repuestos de cada uno de los equipos que conforman las plantas de producción.

Se desarrolló una matriz donde se muestran cada uno de los equipos y cada uno de los repuestos críticos que los componen. Con esta matriz el departamento de mantenimiento determinara los equipos críticos y la cantidad mínima de repuestos que deben tener en el stock interno de la empresa, eliminando la probabilidad de paros innecesarios en la producción por falta de repuestos.

Esta matriz muestra en detalle cada una de las especificaciones necesarias de los repuestos para que no se presenten problemas a la hora de solicitar la compra de los mismos. La matriz también presenta la clasificación de área, subárea y sistema de cada uno de los equipos lo que provee facilidad para la ubicación de cada repuesto.

Debido a la gran cantidad de repuestos y a la gran cantidad de factores de clasificación se desarrolló una tabla dinámica que le permite al usuario organizar la distribución de la matriz para que el uso de la misma se ajuste a sus gustos. Esta tabla dinámica también facilita la realización de cálculos para realizar una correcta asignación de máximos y mínimos.

La matriz de repuestos de máximos y mínimos se muestra en el anexo III de este trabajo.

5.2 DISEÑO

5.2.1 Hoja de control de actividades

Durante el proceso de diseño del plan de mantenimiento preventivo en Aliar S.A. se implementó un formato de control de actividades que permite llevar el control de las actividades de mantenimiento realizadas por los técnicos a cada uno de los equipos presentes en el área de plantas y en el área de porcicultura.

A continuación en la figura se presenta el modelo de la hoja de control de actividades implementado en la empresa.



FORMATO SOLICITUD DE SERVICIOS			
		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
			
		Version: 01	
Consecutivo		PRIORIDAD	
MP	MC	Otro	
*Solicita		A	72 Horas
*Dependencia		B	1 a 2 Semanas
*Area		C	3 a 4 Dias
*Sub area		D	Mas 1 Mes
*Sistema		Para uso exclusivo del area de mantenimiento	
*Fecha		*Equipo	
*Tiempo utilizado por el tecnico		Modelo	
		Codigo	
		Marca	
Mantenimiento:			
Descripcion de la solicitud:			
* DESCRIPCION FALLA			
* ACTIVIDADES REALIZADAS			
ANALISIS CAUSA RAIZ			
por que?			
por que?			
por que?			
por que?			
por que?			
por que?			
DESCRIPCION DE MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD
OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES			
Recibio a conformidad		Supervisor de mantenimiento	
Nombre del tecnico			

Figura 31. Modelo hoja control de actividades

Fuente: Autor

Este formato provee al departamento de mantenimiento la información necesaria para generar un historial de daños de los equipos, repuestos cambiado y utilizados, descripción de fallas, causas de las fallas y tiempo utilizado por los técnicos durante cada actividad. En el formato se observan colores en el campo de prioridad los cuales proveen al técnico que desarrolla el formato la posibilidad de entender el grado de prioridad que debe seleccionar según la actividad que fue desarrollada.

Este historial se convierte en una herramienta fundamental para el departamento debido a que del él se puede extraer análisis de suma importancia como costos de mantenimiento, nómina de empleados según actividades durante periodos determinados, cuadros de frecuencia de fallas para cada equipo. Sin embargo el principal aporte de este historial es que proveerá la información necesaria para determinar el plan de mantenimiento y la debida gestión de repuestos para cada uno de los equipos que involucran el área productiva de la empresa.

5.2.2 Instructivos de mantenimiento para motorreductores

Debido a que el noventa por ciento de los equipos que hacen parte del proceso de producción de las plantas de la Fazenda están compuestos por motorreductores, se diseñó un instructivo de operación y mantenimiento, para los operarios de las plantas y los técnicos encargados del mantenimiento de los mismos.

Estos instructivos están diseñado en formato de manual de equipos, los cuales poseen normativas de seguridad, gráficos de las partes de los motorreductores, pasos que deben seguir los operarios y los técnicos para inspecciones preliminares y arranque inicial del motor, instrucciones de operación y desconexión, programa de mantenimiento preventivo y corrección de fallas.

El instructivo de mantenimiento para motorreductores se muestra en el anexo IV de este trabajo.

5.2.3 Formatos de vigilancia para técnico de lubricación



Para una correcta implementación de un plan de mantenimiento preventivo por parte de Aliar S.A se debe mantener una constante monitoria los componentes de cada uno de los equipos.

Sin embargo, por la falta de tecnología de punta para la monitoria de equipos se decidió que el técnico encargado de la ruta de lubricación ejecute en segundo plano el trabajo de vigilante. Es decir, dado que se considera un personal totalmente capacitado para esta labor llevara un historial del estado de los componentes de cada uno de los equipos que hace parte de la ruta de lubricación bajo su cargo. Al finaliza su jornada laboral debe entregar esta información al supervisor de mantenimiento.

Esta información será vital para el supervisor ya que facilitara la gestión del plan de mantenimiento preventivo evitando fallas innecesarias por la falta de vigilancia.

A continuación se presentan los formatos diseñados que debe llevar el técnico de lubricación.

- Formato de vigilancia para peletizadoras y molinos:

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AGROPECUARIA ALIAR S.A						
EQUIPO	UBICACIÓN	FECHA DE LUBRICACIÓN	ESTADO DE LOS COMPONENTES					OBSERVACIONES
			Clasificación: 1 = Bueno - 2 = Regular - 3 = Malo					
			RODILLOS	DADOS	CHUMACERAS	MOTOR	CORREAS	
PELETIZADORA No.1	CONCENTRADOS							
PELETIZADORA No.2	CONCENTRADOS							

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AGROPECUARIA ALIAR S.A						
EQUIPO	UBICACIÓN	FECHA DE LUBRICACIÓN	ESTADO DE LOS COMPONENTES					OBSERVACIONES
			Clasificación: 1 = Bueno - 2 = Regular - 3 = Malo					
			MARTILLOS	CRIBAS	CHUMACERAS Y ACOPLER	MOTOR	CORREAS	
MOLINO No.1	CONCENTRADOS							
MOLINO No.2	CONCENTRADOS							

Figura 32. Formato de vigilancia para peletizadoras y molinos

Fuente: Autor

- Formato de vigilancia para elevadores y transportadores:

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AGROPECUARIA ALIAR S.A						
EQUIPO	UBICACIÓN	FECHA DE LUBRICACIÓN	ESTADO DE LOS COMPONENTES					OBSERVACIONES
			Clasificación: 1 = Bueno - 2 = Regular - 3 = Malo					
			PIÑONES	CADENA	CHUMACERAS	MOTOR	CAJA REDUCTORA	
Transportador No. 8	CONCENTRADOS							
Transportador No. 7	CONCENTRADOS							
Elevador No. 4	CONCENTRADOS							
Transportador No. 4	CONCENTRADOS							
Transportador No. 1	CONCENTRADOS							
Elevador No. 1	CONCENTRADOS							
Transportador No. 2	CONCENTRADOS							
Elevador No. 2	CONCENTRADOS							
Transportador No. 6	CONCENTRADOS							
Transportador No. 3	CONCENTRADOS							
Transportador No. 3A	CONCENTRADOS							
Trans. sinfin enfriador	CONCENTRADOS							
Elevador No. 3	CONCENTRADOS							
Transportador No. 5	CONCENTRADOS							
Transportador No. 1	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 1A	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 1	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 1A	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 2A	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 2	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 2A	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 4	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 3A	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 2	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 3	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 3	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 3A	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 5	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 5A	SECAMIENTO 1							
Trans. sinfin secadora	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 4	SECAMIENTO 1							
Elevador No. 5	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 6A	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 7	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 8	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 7	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 6	SECAMIENTO 1							
Transportador No. 9	SECAMIENTO 1							
Trans. Tolva recibo	SECAMIENTO 2							
Elevador No. 3	SECAMIENTO 2							
Trans. Des. Prelimpiadora	SECAMIENTO 2							
Elevador No. 5	SECAMIENTO 2							
Trans. Car. Silos trabajo	SECAMIENTO 2							
Trans. Des. Silos trabajo	SECAMIENTO 2							
Elevador No. 4	SECAMIENTO 2							
Trans. Cargue secadora	SECAMIENTO 2							
Trans. Descargue secadora	SECAMIENTO 2							
Elevador No. 1	SECAMIENTO 2							
Elevador No. 2	SECAMIENTO 2							
Trans. Cargue S.A. No.1	SECAMIENTO 2							
Trans. Cargue S.A. No.2	SECAMIENTO 2							
Trans. Descargue S.A. No.1	SECAMIENTO 2							
Trans. Descargue S.A. No.2	SECAMIENTO 2							
Trans. Descargue S.A. No.3	SECAMIENTO 2							
Elevador silo pulmon soya	SECAMIENTO 2							
Trans. Cargue silo	SECAMIENTO 2							

Figura 33. Formato de vigilancia para transportadores y elevadores

Fuente: Autor

- Formato de vigilancia equipos varios:



		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AGROPECUARIA ALIAR S.A								
		FECHA DE LUBRICACIÓN	ESTADO DE LOS COMPONENTES							
			Clasificación: 1 = Bueno - 2 = Regular - 3 = Malo - 4 = No posee							
EQUIPO	UBICACIÓN		PIÑONES	CADENAS	CHUMACERAS	MOTORES	CAJAS REDUCTORAS	SISTEMA NEUMÁTICO	CORREAS - POLEAS	OBSERVACIONES
MEZCLADORA	CONCENTRADOS									
ENFRIADORA No.1	CONCENTRADOS									
ENFRIADORA No.2	CONCENTRADOS									
PRELIMPIADORA No.1	SECAMIENTO 1									
PRELIMPIADORA No. 2	SECAMIENTO 1									
PRELIMPIADORA	SECAMIENTO 2									
VOLCADORA	SECAMIENTO 2									

Figura 34. Formato de vigilancia para equipos varios

Fuente: Autor

5.2.4 Cronograma de mantenimiento

Se diseñaron cronogramas de mantenimiento para los principales equipos de la empresa. Estos cronogramas muestran las semanas en las cuales se deben intervenir los equipos de manera preventiva, revisando componentes, desgastes en repuestos, lubricación y calibración. Estos cronogramas están entrelazados con los instructivos de mantenimiento diseñados en el siguiente punto.

Estos cronogramas se diseñaron en conjunto con el supervisor de mantenimiento y con el técnico encargado a la gestión de personal de mantenimiento. También se diseñaron de acuerdo a los posibles paros de producción programados en el año.

En la siguiente figura se muestra un modelo de un cronograma de mantenimiento semanal diseñado para la empresa.



		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PELETIZADORAS																																																																			
ENERO								FEBRERO																																																													
SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																																																							
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
	X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X														
MARZO								ABRIL																																																													
SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																																																							
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X														
MAYO								JUNIO																																																													
SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																																																							
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
	X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X														
JULIO								AGOSTO																																																													
SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																																																							
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
	X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X														
SEPTIEMBRE								OCTUBRE																																																													
SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																																																							
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
	X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X														
NOVIEMBRE								DICIEMBRE																																																													
SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																																																							
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
	X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X		X					X														

Figura 35. Cronograma de mantenimiento preventivo para peletizadoras

Fuente: Autor

Los cronogramas de mantenimiento de los diferentes equipos se muestran en el anexo V de este trabajo.

5.3 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

5.3.1 Conexión e implementación tarjeta de comunicaciones PM8ECC

Hoy en día las nuevas tecnologías de comunicación son una opción muy interesante en las tareas de monitoreo y adquisición de datos. Por ello, se decidió realizar un proyecto piloto durante el periodo de práctica profesional.

Este proyecto se basó en la conexión e implementación de una tarjeta de comunicaciones Ethernet al analizador de red conectado a la planta de refinación de aceite de soya. Este proyecto tiene como finalidad proveer al departamento de mantenimiento la capacidad de adquisición de información de manera remota.

- Conexión:

La conexión de la tarjeta consistió en acoplar la tarjeta al analizador de red y realizar el cableado desde la tarjeta al switch o conmutador de red de la empresa.

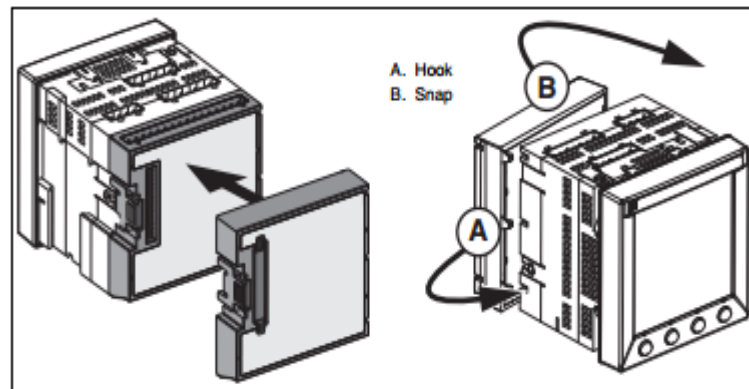


Figura 36. Conexión Tarjeta de comunicaciones PM8ECC
Fuente: Manual de usuario tarjeta PM8ECC Power logic

- Configuración:

Para configurar la tarjeta y lograr conectarla a la red se necesitó solicitar al departamento de sistemas una dirección IP específica una máscara de subred y una pasarela individual para la tarjeta. Con estos requerimientos se prosiguió a realizar la configuración de la tarjeta por medio de un cable de Ethernet cruzado.

PowerLogic® PM800

Inicio Desconexión

Supervisión Control Diagnósticos Mantenimiento **Configuración**

Ethernet y TCP/IP

Ethernet

Dirección MAC - 00:80:67:FD:8A:BA

Formato de trama:

Tipo de medio:

Parámetros IP

Dirección IP:	10	20	193	192
Máscara de subred:	255	255	252	0
Pasarela predeterminada:	10	20	193	251

Figura 37. Configuración Ethernet y TCP/IP
Fuente: Pagina de configuración tarjeta Power logic

Después de configurar la conexión Ethernet y conectarla a la red la tarjeta queda lista para acceder a ella de manera remota.

Una vez configurada la red se puede proceder a configurar servicios como la administración acceso a diferentes usuarios, sincronización de hora y fecha de la central de medida por medio del protocolo SNTP, reporte de fallas por medio de correos electrónicos y también se puede configurar la cantidad de información entregada a cada uno de los tipos de usuarios que accedan a ella.

- Implementación:

Ya con todas las características de la tarjeta configuradas los usuarios determinados por el administrador de la tarjeta pueden acceder a la información aportada por el analizador de red puesto en la planta de refinación de aceite de soya. Esta información corresponde a las mediciones instantáneas determinadas por el analizador de red.

Instantaneous Readings
PM8 POWER METER

1/01/1980 4:26:15 p. m.

Parameter	Minimum	Present	Maximum
Load Current (A)			
Ia	--	227	--
Ib	0	213	--
Ic	--	223	358
Power			
Real (kW)	0	137	205
Reactive (kVAR)	-40	81	181
Apparent (kVA)	0	160	274
Power Factor Total			
	1.000	+0.861 ind	+0.185
Voltage, L-L Avg.			
	134	417	541
Voltage, L-N Avg.			
	76	241	557
Frequency (Hz)			
	50.98	60.02	63.35

Figura 38. Lecturas instantáneas analizador serie PM800 refinería
Fuente: Pagina de lecturas instantáneas tarjeta Power logic

Con esta información el departamento de mantenimiento tiene la posibilidad de realizar diferentes estudios de energía en la planta de refinería, conocer el consumo eléctrico exacto en las diferentes etapas de la refinación de aceite de soya, hacer análisis de producción respecto al consumo energético, entre muchos otros estudios derivados de esta información.

5.3.2 Control y verificación de actividades realizadas por los técnicos

Durante el proceso de la práctica empresarial en Aliar S.A. se llevó a cabo la verificación y el control de los formatos de actividades de los técnicos asignadas al área de práctica. Esta labor consistía en verificar el correcto desarrollo del formato por parte de los técnicos y realizar un informe detallado para el supervisor de mantenimiento del área de plantas de producción. Este informe contenía

información fundamental de las fallas presentadas, materiales utilizados para solucionar las fallas, estado de los equipos, causas de las fallas presentadas y tiempo utilizado por los técnicos en cada una de sus actividades.

Toda esta información se convertía en una herramienta muy significativa para el supervisor de mantenimiento, ya que permitía que este estuviera informado todo el tiempo de lo que sucedía con los equipos y los técnicos de las plantas. Además proveía información adicional que facilitaba la realización de tareas administrativas del departamento de mantenimiento.

Hay que resaltar que también se convirtió en una ayuda fundamental para la elaboración de toda la documentación del plan de mantenimiento preventivo, ya que se solicitó a los técnicos que llenaran los formatos especificando referencias, medidas, clases y datos técnicos de los repuestos de los equipos que intervinieron durante sus horas laborales. Por lo tanto, el trabajo cotidiano de los técnicos ayudo indirectamente al diseño del plan de mantenimiento preventivo llevado a cabo.

5.3.3 Apoyo a proyectos y actividades del departamento de mantenimiento

Durante el diseño del plan de mantenimiento preventivo se generó un sentimiento de pertenencia por el departamento de mantenimiento de la empresa, por lo tanto se prestó ayuda incontables veces de forma incondicional. Sin embargo, el servicio más significativo prestado fue la realización de un plano de proceso para el nuevo proyecto de independización de las líneas de enfriamiento y despacho de la planta de concentrados.

El plano desarrollado se muestra en la figura 40, este fue utilizado por el jefe del departamento de mantenimiento para hacer una presentación grafica del proyecto al gerente de la empresa, buscando que comprendiera lo mejor posible la forma que se realizara el proyecto y los beneficios que traerían a la producción de concentrado.

Afortunadamente el plano y la presentación realizada fue convincente para el gerente y el proyecto fue aprobado y se encuentra en espera de realización.

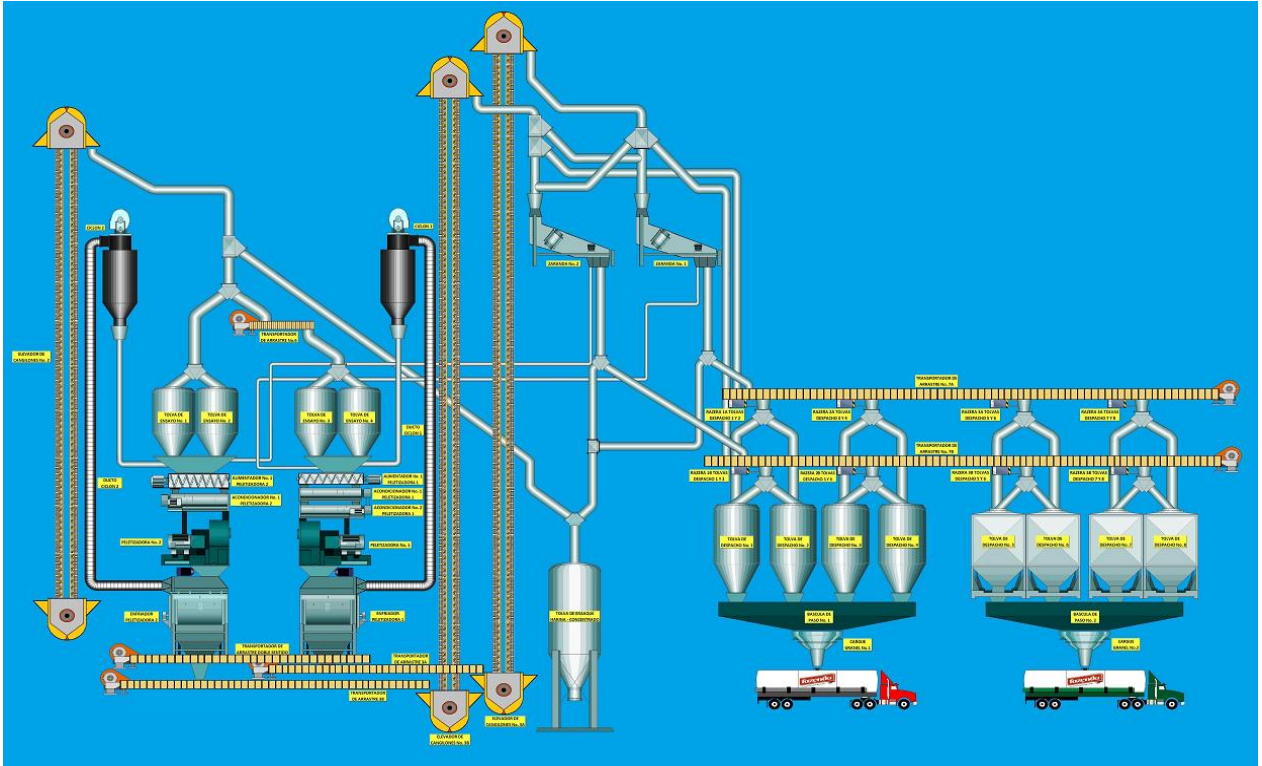


Figura 39. Plano proyecto independización líneas de enfriamiento
Fuente: Autor

APORTES AL CONOCIMIENTO

El diseño del plan de mantenimiento preventivo para las plantas de producción de la empresa ALIAR S.A. dejó importantes enseñanzas a nivel profesional, ya que permitió la implementación de los diferentes conceptos adquiridos durante el proceso educativo, además fue un trabajo que abarcó distintos campos de la ingeniería permitiendo la absorción de conocimientos de diferentes ramas.

Una enseñanza importante de resaltar fue la gestión de personal, ya que durante este proceso se aprende a liderar grupos de trabajo y organizar diferentes tareas a subalternos. Abarcando el papel de liderazgo para cumplir con metas asignadas hasta todo el proceso administrativo que conlleva estar al mando de un grupo de trabajo.

Lo que permitió expandir la visión del papel que puede llegar a desempeñar un ingeniero electrónico en una empresa no solo en el área operativa sino también en la administrativa.

Por otro lado a nivel personal dejó muchos aportes, ya que permitió vivir experiencias que no se pueden cultivar en ninguna institución educativa como aprender a convivir con diferentes personas de distintas personalidades en un ambiente netamente laboral y apartados de sus hogares, cultivar el sentido de tomar responsabilidad por el bien de las diferentes personas que componen el núcleo laboral como externas y sobretodo priorizar el bienestar de las personas sobre el cumplimiento del trabajo.

Una lección sobresaliente que este periodo de práctica dejó fue el refuerzo de la responsabilidad frente al trabajo, ya que en esta empresa el practicante es el administrador de su propio tiempo y el mismo debe organizarse para cumplir con objetivo asignado. Por lo tanto, el cumplimiento satisfactorio del trabajo depende exclusivamente del practicante.

CONCLUSIONES

- Se debe resaltar que el trabajo realizado durante el proceso de práctica empresarial en Aliar S.A. fue netamente documental para crear el sustento del plan de mantenimiento preventivo de la empresa. La implementación de este será una meta exclusiva del departamento de mantenimiento de la empresa.
- Un plan de mantenimiento preventivo es un trabajo arduo para cualquier empresa y se necesita de mucho esfuerzo y dedicación para lograr implementarlo. Por ello, Aliar S.A. necesita darle suma importancia al trabajo realizado en estos seis meses ya que serán las bases para su programa de mantenimiento preventivo en todas las áreas de producción de la empresa y podrá ver reflejados en los costos los beneficios que un programa así conlleva.
- La implementación de tecnología TCP/IP para acceso remoto obtuvo excelentes resultados y la aprobación para la implementación de más tarjetas de comunicación en las diferentes plantas de la empresa. Esta tecnología se convertirá una herramienta muy útil para la empresa, la cual podrá realizar diferentes estudios administrativos que aportaran una gran variedad de beneficios tanto al área de mantenimiento como al área de producción. Resaltando que estos estudios basados en la información adquirida por estos equipos de comunicación estará respaldada por un alto índice de confiabilidad.
- Debido a que Aliar S.A. es una empresa en constante cambio y crecimiento, la información recaudada de los diferentes equipos de producción presentes en la empresa debe ser actualizada constantemente. De esta manera se garantiza que esta base de datos siga representando una herramienta esencial para el departamento de mantenimiento.
- Durante el periodo de practica la implementación de formato de seguimiento de actividades de cada uno de los técnicos fue muy satisfactoria y apporto información

vital para el departamento de mantenimiento, sin embargo se descubrió que el sistema de este formato de seguimiento es ineficaz, ya que producía un excesivo gasto de papel, tinta de impresión, gasto excesivo de tiempo laboral o extra laboral de los técnicos para el desarrollo del formato, gasto excesivo de tiempo laboral o extra laboral por parte de los supervisores para la verificación de los mismos y desgaste para la auxiliar administrativa por los extenuantes análisis que se hacen a partir de los formatos. Por ello se decidió conjuntamente por el departamento de mantenimiento la implementación de este formato por medio de un software que diseñara de manera que los campos de selección por parte de los técnicos sean de manera predeterminada haciendo que el desarrollo de formato sea más rápido y agradable para ello. Además el software exportaría de un formato determinado por el usuario permitiendo un análisis de las actividades de una manera más eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] www.aliar.com.co. Agropecuarias alias S.A, [Citado el 20 de agosto de 2015].
- [2] Ramón Olives Masip. Mantenimiento preventivo. Cuaderno de prevención. Departamento de empresa y empleo. Generalitat de Catalunya. Consultado el día 09 de octubre del 2015.
- [3] Jose Molina. Mantenimiento y seguridad industrial. Unidad de gestión de riesgos. Universidad Nacional de San Luis. Consultada el 10 de octubre del 2015.
- [4] Nicolas P. Waganoff. Máquinas de transporte. Segunda edición. Librería y editorial Alsina, Buenos Aires, 1975. Consultado el 11 de octubre del 2015.
- [5] Carlos Alberto de Dios. Secado de granos y secadoras. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Oficina regional para américa latina y el caribe. Santiago, Chile 1996.
- [6] Nick Lee Quiñonez Cercado. Desarrollo de software para el análisis y diseño térmico de calderas pirotubulares horizontales con quemadores a diésel y bunker. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniería mecánica en la escuela superior politécnica del litoral en 2008. Consultada el 15 de octubre del 2015
- [7] José Manuel Arroyo Rosa. Tipos de compresores de aire. Temariosformativosprofesionales.wordpress.com publicado en 2013. Consultado el 15 de octubre de 2015.
- [8] Xavier Orlando Gaguancela Vargas – Geoconda Gabriela Sáez Layedra. Dotación y aplicación de un módulo con variador de velocidad para simulación de control de arranque y velocidad del motor de una grúa para el laboratorio de control industrial. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniería de mantenimiento en la escuela superior politécnica de Chimborazo en 2011. Consultada el 15 de octubre del 2015.
- [9] Luis Fernando Abellán Carmona. Sensores de nivel utilizados en la automatización industrial. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniería eléctrica en la universidad de Costa rica en 2008. Consultada el 16 de octubre del 2015.

[10] Liudmila Shkiliova y Manuel Fernández Sánchez. Sistema de mantenimiento técnico y reparaciones y su aplicación en la agricultura. Revista Ciencias Técnicas agropecuarias, Vol. 20, No.1, 2011. Consultada 10 de octubre del 2015.

[11] Enrique Chang Nieto. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costo del servicio de alquiler. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniero industrial en Universidad peruana de ciencias aplicadas. En 2008. Consultada el 11 de octubre del 2015.

ANEXOS

ANEXO I

(VER CD)

ANEXO II

(VER CD)

ANEXO III

(VER CD)

ANEXO IV

(VER CD)

ANEXO V

(VER CD)