

**ELABORACION DEL PLAN MANTENIMIENTO PARA PLANTA DE SECADO  
AFRECHO DE CEBADA**

**DAVID RICARDO PACHÓN FORERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTA  
2025**

**ELABORACION DEL PLAN MANTENIMEINTO PARA PLANTA DE SECADO  
AFRECHO DE CEBADA**

**DAVID RICARDO PACHÓN FORERO**

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director:  
JORGE RENE SILVA LARROTTA  
M.Sc. MBA. Ingeniero Mécanico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
BOGOTA  
2025**

## **Dedicatoria**

*ei qui apostataverit*

*et ei qui te adiuvat*

## CONTENIDO

INTRODUCCION .....	10
1. OBJETIVOS .....	12
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	12
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE SECADO.....	13
2.1. AFRECHO HUMEDO:.....	13
2.2. PROCESO DE SECADO.....	14
3. MANTENIMIENTO .....	21
4. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO...	22
5. GENERACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	24
6. LA GESTION DE LA INFORMACION UNA HERRAMIENTA IMPORTANTE PARA EL MANTENIMEINTO.....	25
7. RECOLECCION DE INFORMACION Y TRATAMIENTO DE DATOS .....	27
7.1. INVENTARIO DE EQUIPOS. ....	27
7.2. EQUIPOS PLANTA SECADO .....	27
8. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS .....	30
8.1. ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE FALLA. ....	30
8.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	31
8.3. CONSECUENCIAS .....	32
9. DISEÑO PLAN DE MANTENIMIENTO.....	35
9.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES.....	35
9.2. INTERVENCIÓN DEL MAL ACTOR.....	36
9.3. CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS Y DEFINICIÓN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	38
9.4. FICHAS DE MANTENIMIENTO.....	40
9.5. LUBRICACIÓN EQUIPOS.....	42
10. PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO PLANTA.....	43
10.1. PROGRAMACIONES DE MANTENIMIENTOS CON PERSONAL PLANTA.....	44
10.2. PROGRAMACIONES DE MANTENIMIENTOS TERCERIZADOS .....	45
11. EVALUACIÓN DE RESULTADOS, DOCUMENTACIÓN SEGUIMIENTO Y AJUSTES.....	48
11.1. Diligenciamiento hojas de vida equipo en MANTUM. ....	48
11.2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	48
11.3. Validación e Integración con monitoreo predictivo .....	49
12. CONCLUSIONES.....	52
13. ANEXOS.....	53
BIBLIOGRAFÍA .....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 proceso esquemático secado .....	15
Figura. 2 proceso recibo de AFH,.....	15
Figura. 3 proceso de prensado .....	17
Figura. 4 Proceso de transporte y secado,.....	19
Figura. 5. Evolución del mantenimiento.....	22
Figura. 6. Metodología desarrollada .....	23
Figura. 7 División en categorías, equipos planta secado .....	24
Figura. 8. Indicadores MANTUM .....	26
Figura. 9. Clasificación de la taxonomía con niveles taxonómicos .....	27
Figura. 10. Ingreso equipos a MANTUM,.....	29
Figura. 11. Diligenciamiento información General en MANTUM .....	29
Figura. 12. Diligenciamiento datos técnicos en MANTUM.....	29
Figura. 13. Ubicación equipos con criticidad muy alta. ....	35
Figura. 14 Detalle Sinfines tolva de recibo.....	36
Figura. 15. Corrección de fallas por rotura sinfines tolva recibo.....	37
Figura. 16, Proceso de cambio sinfines tolva recibo .....	37
Figura. 17. Clasificación equipos planta secado .....	38
Figura. 18. Pantalla Orden de Trabajo. ....	46
Figura. 19. Actividades Orden de Trabajo.....	47
Figura. 20. Asignación tiempos Orden de Trabajo. ....	47

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO. 1 CLASIFICACIÓN EQUIPOS .....	53
ANEXO. 2. FRECUENCIA FALLAS POR BITÁCORA .....	55
ANEXO. 3 MATRIZ CRITICIDAD .....	56
ANEXO. 4 LUBRICACIÓN EQUIPOS .....	57
ANEXO. 5. FICHA MANTENIMIENTO TORNILLO SINFIN.....	58
ANEXO. 6 FICHA MANTENIMIENTO BANDAS TRANSPORTADORAS .....	59

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones equipos recibo de afrecho .....	16
Tabla 2. información técnica prensa MYCOM.....	17
Tabla 3. información técnica Secador Haz tubular MYCOM 5500 .....	19
Tabla 4. Inventario general equipos.....	27
Tabla 5, levantamiento de información y clasificación. ....	28
Tabla 6. Ponderaciones de las variables de la teoría de riesgo. ....	32
Tabla 7 Factores de ponderación adaptados al proceso de secado .....	33
Tabla 8, Clasificación riesgo.....	34
Tabla 9, clasificación de equipos según criticidad.....	34
Tabla 10.resumen equipos (Criticidad).....	35
Tabla 11, Fallas sinfines de recibo reportadas en bitácora, .....	36
Tabla 12, Comparativo especificaciones sinfines tolva de recibo .....	38
Tabla 13 Actividades propias por equipo categoría transporte.....	39
Tabla 14. Actividades propias por equipo categoría Flujo .....	39
Tabla 15. Actividades propias por equipo categoría Almacenamiento .....	39
Tabla 16. Ficha mantenimiento.....	40
Tabla 17. Actividades mantenimiento nivel 1 .....	41
Tabla 18. Actividades mantenimiento electromecánico. ....	41
Tabla 19. Habladores seguridad.....	42
Tabla 20. Lubricantes utilizados en planta de proceso. ....	43
Tabla 21. lubricación equipos sección recibo- línea 2 .....	43
Tabla 22. Extracto cronograma de mantenimiento .....	44
Tabla 23. Programación ruta predictiva planta secado .....	45
Tabla 24. Sección cronograma mtto secador .....	45
Tabla 25. información técnica caldera 600BHP .....	46

## RESUMEN

La disponibilidad de la maquinaria empleada durante procesos industriales, es una de las responsabilidades del área de mantenimiento, para lo cual formula planes de mantenimiento, que están compuestos por serie de actividades planeadas cuya finalidad principal es mantener los equipos operativos la mayor parte del tiempo, operando siempre a la máxima eficiencia posible, evitando paradas imprevistas. anticipándose al efecto mayor de una falla.

Este trabajo busca desarrollar una propuesta para diseñar un plan de mantenimiento a los diferentes equipos de la planta de secado de afrecho, identificando los equipos que mayor impacto tienen en el proceso productivo, para lo cual se inició con un levantamiento de información técnica de los diferentes equipos del proceso, la cual será alimentada en el software de mantenimiento MANTUM; Debido a que la información de mantenimiento y producción es consignada en bitácoras escritas por el personal de mantenimiento, solo se cuenta con la información del último año, la cual servirá como punto de partida para realizar el análisis de criticidad con el fin de identificar y jerarquizar los equipos del proceso basándose en el análisis semicuantitativo del riesgo. Esto permite organizar los equipos desde el más crítico hasta el de menor criticidad para priorizar la generación de rutas de mantenimiento, con las diferentes actividades establecidas para cada equipo, además de la identificación y corrección de los malos actores. Adicional a esto se tienen reportes de la ruta predictiva desarrollada en el mes de noviembre del año 2024, la cual servirá como referente luego de comenzar a implementarse el plan de mantenimiento para evaluar el desempeño del mismo.

Una vez identificado y corregidos los malos actores se buscan diseñar un plan de mantenimiento adaptado al contexto operacional del secadore mediante el cual se establezcan actividades definidas por cada equipo, las frecuencias, el personal requerido y los tiempos empleados.

**PALABRAS CLAVE:** Plan De Mantenimiento, Materias Primas, Criticidad, información, eficiencia, evaluación.

## ABSTRACT

The availability of the machinery used during industrial processes is one of the responsibilities of the maintenance area, for which it formulates maintenance plans, which are composed of a series of planned activities whose main purpose is to keep the equipment operational most of the time, always operating at the highest possible efficiency, avoiding unplanned shutdowns and anticipating the major effect of a failure.

This work seeks to develop a proposal to design a maintenance plan for the different equipment of the bran drying plant, identifying the equipment that have the greatest impact on the production process, for which we started with a survey of technical information of the different equipment of the process, which will be fed into the maintenance software MANTUM; Due to the fact that the maintenance and production information is recorded in logs written by the maintenance personnel, we only have information from the last year, which will serve as a starting point for the criticality analysis in order to identify and prioritize the process equipment based on the semi-quantitative risk analysis. This allows to organize the equipment from the most critical to the least critical in order to prioritize the generation of maintenance routes, with the different activities established for each equipment, as well as the identification and correction of bad actors. In addition to this, there are reports of the predictive route developed in November 2024, which will serve as a reference after starting to implement the maintenance plan to evaluate its performance.

Once the bad actors have been identified and corrected, a maintenance plan adapted to the operational context of the dryer will be designed to establish the activities defined for each piece of equipment, the frequency, the personnel required and the time required.

Keywords: Maintenance Plan, Raw Materials, Criticality, information, efficiency, evaluation.

## INTRODUCCION

En la industria manufacturera de alimentos balanceados para animales, garantizar un suministro constante de materia prima es crucial para mantener la eficiencia operativa de las plantas de producción. En este contexto, la planta de secado de afrecho de cebada juega un papel fundamental, ya que su funcionamiento óptimo es esencial para evitar interrupciones en el flujo de producción. Para asegurar una operación eficiente y continua, es vital que los equipos de secado operen correctamente y que se minimicen las paradas imprevistas que puedan interrumpir el proceso productivo. Este estudio se enfoca en el desarrollo de un plan de mantenimiento para la planta de secado de afrecho de cebada, basado en un análisis histórico de las frecuencias de falla de los equipos de secado durante los últimos dos años.

La necesidad de un mantenimiento eficiente se vuelve aún más evidente debido a las condiciones exigentes a las que están sometidos los equipos de secado, tales como altas temperaturas, bajos tiempos de intervención, niveles elevados de humedad y procesamiento de productos altamente corrosivos y abrasivos. Estas condiciones pueden causar un aumento en la frecuencia de fallas y un desgaste acelerado de los componentes. Por lo cual, es esencial diseñar un plan de mantenimiento que permita anticipar y mitigar estos problemas antes de que se conviertan en fallos críticos que provoquen paradas no programadas prolongadas.

El objetivo principal de esta monografía es desarrollar un plan de mantenimiento que incluya un análisis de criticidad de los diferentes equipos que participan en el proceso de secado. A partir de este análisis, se definirán una serie de tareas de mantenimiento específicas para cada grupo de equipos, clasificados según su función y características técnicas similares. El enfoque del plan es mejorar la disponibilidad de los equipos mediante la reducción de fallas prematuras a través de tareas rutinarias de inspección, limpieza, ajuste y lubricación.

Este trabajo se dirige particularmente a los equipos mecánicos involucrados en el proceso de secado de afrecho a vapor. Es importante señalar que los equipos de proceso críticos, como calderas y compresores, están cubiertos por contratos de mantenimiento con terceros especializados, quienes realizan el mantenimiento general en intervalos programados. Por lo tanto, el plan de mantenimiento propuesto se centrará exclusivamente en los equipos mecánicos directamente relacionados con el proceso de secado de afrecho.

La implementación del plan de mantenimiento tiene como objetivo principal mejorar la disponibilidad y fiabilidad de los equipos, asegurando así una producción continua de afrecho seco, una materia prima esencial en la formulación del alimento balanceado para la ganadería. Garantizar la operatividad y eficiencia de la maquinaria contribuirá significativamente a la estabilidad y productividad de la planta, evitando interrupciones que puedan afectar el suministro de esta materia prima crítica.

Este estudio no solo busca proponer un plan de mantenimiento basado en datos históricos y análisis críticos, sino también establecer un marco de trabajo que permita la mejora continua y sostenible de la eficiencia operativa de la planta de secado de afrecho de cebada. Adoptando un enfoque preventivo y sistemático, se pretende

maximizar la vida útil de los equipos, reducir los costos operativos y asegurar la calidad y disponibilidad del producto final.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer un plan de mantenimiento para la planta de secado de afrecho de cebada.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar inventario y levantamiento de información de los diferentes equipos que componen el proceso de secado, organizada en una base de datos en el software MANTUM.
- Realizar estudio de criticidad para los equipos que componen del proceso de secado a fin de jerarquizar los equipos de la planta teniendo en cuenta el impacto y las consecuencias que tienen en la producción.
- Determinar las tareas de mantenimiento para los equipos de la planta secado, con el fin de mejorar la confiabilidad operacional de los equipos

## 2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE SECADO

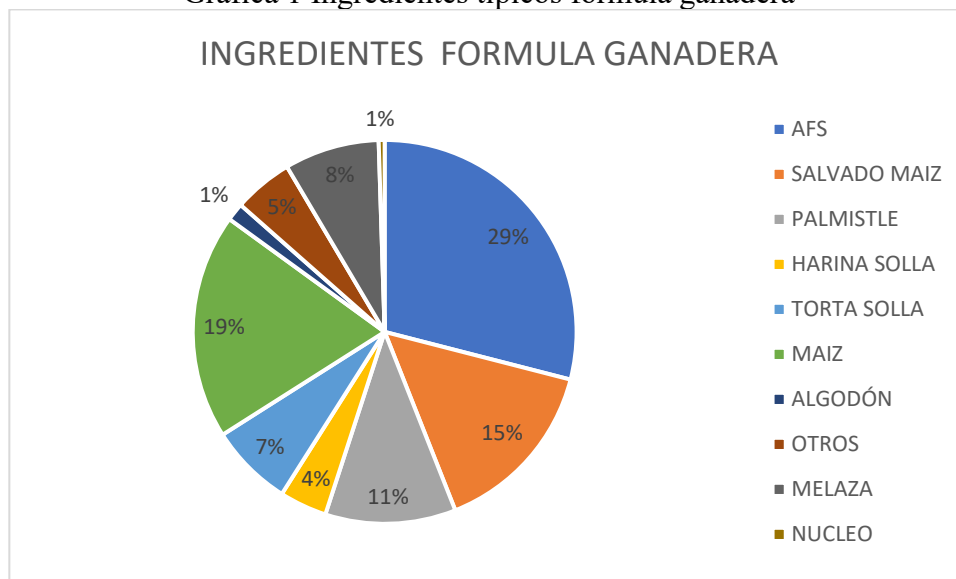
### 2.1. AFRECHO HUMEDO:

El afrecho es un subproducto derivado de la industria cervecera, generado a partir de los desechos no fermentables que se eliminan durante el proceso de elaboración de la cerveza. Aunque su composición puede variar según la fórmula utilizada en el proceso, en términos generales, el afrecho está compuesto principalmente de cebada y malta. Este subproducto se distingue por su elevado contenido proteico, el cual puede fluctuar dependiendo de la fórmula procesada, los tiempos de retención y los procedimientos realizados durante la fermentación.

El alto contenido de proteínas en el afrecho lo convierte en un ingrediente valioso para la producción de alimentos balanceados para animales ya que puede presentar un 19 % de proteína y 2,0 Mcal kgMS-1 de energía metabolizable (Ferrari, Villagra, Caballero, Deluchi, & Orden, 2019). No obstante, debido a su contenido de humedad, el afrecho es propenso a la degradación rápida, lo que puede causar problemas ambientales, como la contaminación del suelo y de fuentes hídricas. Por esta razón, es crucial eliminar el exceso de humedad para prolongar su vida útil y facilitar su inclusión en las diversas fórmulas ganaderas.

Como se ilustra en la Gráfica 1, el afrecho seco (AFS) es considerado un macro ingrediente en la formulación de alimentos balanceados. Aunque la proporción de afrecho seco puede variar según la fórmula, su inclusión suele estar en un rango de entre el 15% y el 29%.

Gráfica 1 Ingredientes típicos fórmula ganadera



Fuente: Área de producción.

Como se ilustra en la gráfica anterior, el afrecho seco (AFS) desempeña un papel crucial en la formulación de alimentos balanceados para la ganadería. Este subproducto, debido a su alto

contenido proteico, es un componente esencial en la mezcla de ingredientes que forman los piensos para animales. La inclusión de afrecho seco en las fórmulas de alimentación contribuye significativamente a la nutrición animal, ofreciendo una fuente rica en proteínas y nutrientes a un costo relativamente bajo.

En ausencia de afrecho seco, la planta de producción se vería obligada a recurrir a ingredientes importados para cumplir con los requerimientos nutricionales de las fórmulas de alimentos balanceados. Este reemplazo no solo incrementaría los costos de producción, sino que también podría afectar la consistencia y calidad del producto final. Por lo tanto, garantizar un suministro constante y eficiente de afrecho seco se convierte en una prioridad estratégica para el área de manufactura. Asegurar la disponibilidad continua de esta materia prima no solo optimiza los costos operativos, sino que también mantiene la estabilidad en la producción y la calidad del alimento balanceado, cumpliendo con las expectativas del mercado y asegurando la satisfacción de los clientes.

## **2.2. PROCESO DE SECADO**

El secado de materiales es un proceso crucial que tiene como objetivo la eliminación del exceso de humedad con el fin de poder almacenar por más tiempo el producto. Este proceso puede llevarse a cabo mediante métodos mecánicos, como el uso de prensas, o a través de la interacción entre la materia orgánica húmeda con superficies y aire caliente. Las condiciones de trabajo y los equipos utilizados varían según el tipo de material a secar. En el caso específico del afrecho de cebada, que se obtiene como subproducto durante la elaboración de cerveza, el proceso de secado es particularmente importante para garantizar la calidad y la estabilidad del producto final.

Tras la finalización del proceso de elaboración de cerveza, el afrecho de cebada presenta una humedad promedio que oscila entre el 75% y el 82% (CALIDAD FINCA SAS). Este alto contenido de humedad hace que el afrecho sea susceptible a la degradación y a problemas ambientales si no se procesa adecuadamente. El objetivo del secado es reducir esta humedad a niveles más bajos, obteniendo un afrecho seco con un contenido de humedad final de entre el 12% y el 13% (CALIDAD FINCA SAS). Este nivel de humedad es óptimo para asegurar una buena conservación del afrecho y facilitar su almacenamiento y utilización en la formulación de alimentos balanceados.

El proceso de transformación del afrecho húmedo en afrecho seco se compone de cuatro etapas principales, que se ilustran en la Figura 1. Estas etapas son:

**Recibo y Almacenamiento:** En esta fase inicial, el afrecho de cebada se recibe y se almacena adecuadamente para su posterior procesamiento. El almacenamiento previo asegura que el material esté listo para las siguientes etapas y ayuda a mantener la calidad del afrecho.

Prensado: Durante esta etapa, el afrecho húmedo se somete a un proceso de prensado para eliminar parte del contenido de humedad. Este paso es crucial para reducir el volumen del material y preparar el afrecho para el secado.

Secado: En esta fase, el afrecho prensado se somete a un proceso de secado controlado utilizando aire caliente. El objetivo es reducir el contenido de humedad restante hasta alcanzar los niveles deseados. El secado puede realizarse en diferentes tipos de secadores, dependiendo de las características del material y los requisitos específicos del proceso.

Transporte y Almacenamiento del Producto Terminado: Una vez seco, el afrecho se transporta al área de almacenamiento final. En esta fase, se asegura que el producto terminado sea manejado y almacenado en condiciones que mantengan su calidad y eviten la reabsorción de humedad.

Cada una de estas etapas es fundamental para asegurar que el afrecho seco cumpla con los estándares de calidad necesarios para su inclusión en las fórmulas de alimentos balanceados para animales.

Figura. 1 proceso esquemático secado

### PROCESO DE SECADO

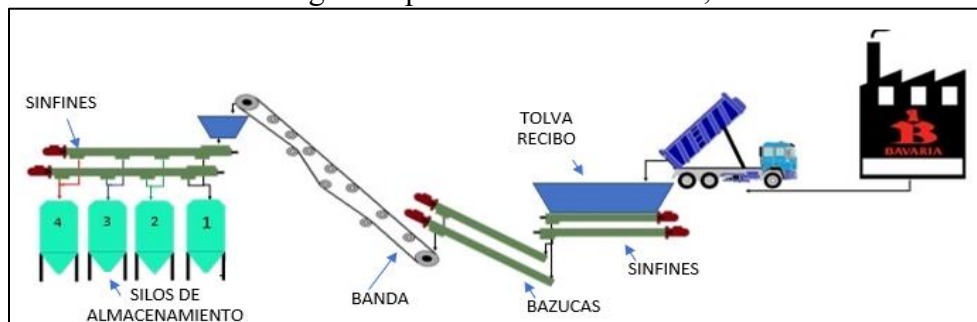


Fuente el autor

#### 2.2.1. Proceso de Recibo

Como se ilustra en la Figura 2, el afrecho de cebada es transportado desde las cervecerías hasta el secador utilizando vehículos tipo volquete con una capacidad de 35 toneladas. Una vez que el afrecho llega a la planta de secado, es descargado en una tolva de recibo. Esta tolva está equipada con dos sinfines en su parte inferior, que son responsables de transportar el afrecho hacia las bazucas.

Figura. 2 proceso recibo de AFH,



Fuente el autor

Las bazucas, a su vez, alimentan una banda inclinada que mueve el afrecho húmedo a dos sinfines adicionales. Estos sinfines tienen la función de dosificar el afrecho de manera precisa y controlada, encaminándolo hacia el silo de almacenamiento. La cantidad de afrecho a dosificar en el silo es regulada según las especificaciones del operador y los requerimientos del proceso de secado.

Este sistema de transporte y dosificación asegura que el afrecho húmedo sea manejado de manera eficiente y precisa, facilitando una transferencia suave hacia el silo donde se almacena antes de ser sometido al proceso de secado. La correcta operación de estos equipos es crucial para mantener la calidad del afrecho y optimizar el proceso de secado posterior.

En la Tabla 1 se presentan las características generales de los distintos equipos que forman parte del proceso de secado. Debido al tiempo de funcionamiento y la falta de documentación actualizada del fabricante, no se dispone de información detallada sobre algunos de estos equipos. Sin embargo, durante el proceso de levantamiento de información, se logró recolectar datos técnicos relevantes sobre los componentes de cada equipo. Esta información ha sido recopilada meticulosamente y será registrada en las hojas de vida de los equipos correspondientes.

**Tabla 1. Especificaciones equipos recibo de afrecho**

Equipo	Especificaciones				
	Material	Motorreductor	Capacidad/Potencia	Fabricante	Año fabricación
Tolva de recibo	Acero al carbono	N/A	35 Ton	WASVELT	2012
Tornillo sinfín 1	Acero inoxidable AISI 304	NORD SK872	12hp	WASVELT	2019
Tornillo sinfín 2	Acero inoxidable AISI 304	NORD	12hp	WASVELT	2019
Bazuca 1	Acero inoxidable AISI 304	TRANSCYKO TX2	8hp	WASVELT	2012
Bazuca 2	Acero inoxidable AISI 304	TRANSCYKO TX2	8hp	WASVELT	2012
Banda transportadora	Banda 4 lonas nervada	edisatech 7,5kw	37 Ton/hora	MATEC	2010
Tornillo sinfín 1	Acero inoxidable AISI 304	NORD SK 872	12,5 hp	METALTECO	2012
Tornillo sinfín 2	Acero inoxidable AISI 304	SIEMENS	12,5 hp	METALTECO	2012
Silo almacenamiento N°1	Acero al carbono	N/A	81 Ton	N/A	N/A
Silo almacenamiento N°2	Acero al carbono	N/A	81 Ton	N/A	N/A
Silo almacenamiento N°3	Acero al carbono	N/A	81 Ton	N/A	N/A
Silo almacenamiento N°4	Acero al carbono	N/A	81 Ton	N/A	N/A

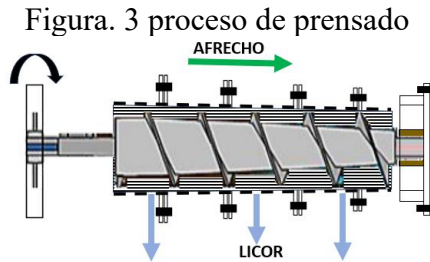
Fuente: el autor

Este registro de datos técnicos es fundamental para la gestión y el mantenimiento de los equipos, ya que proporciona una visión clara de sus especificaciones y condiciones operativas. Aunque la información de fabricante no está disponible, los detalles técnicos recolectados permiten una adecuada evaluación y monitoreo del desempeño de los equipos, contribuyendo a la planificación efectiva de las actividades de mantenimiento y a la mejora continua del proceso de secado.

### 2.2.2.proceso de prensado

El proceso de prensado es una etapa crucial en el tratamiento del afrecho, diseñada para reducir su contenido de humedad antes del secado final. La prensa utilizada en este proceso es un equipo mecánico especializado que actúa para extraer el exceso de líquido del afrecho. Este equipo está compuesto por dos elementos principales: un sinfín cónico y una malla cónica escalonada.

El sinfín cónico gira dentro de la malla cónica escalonada, creando una presión que obliga al afrecho a atravesar la malla. Durante este proceso, la presión ejercida por el sinfín y la malla expulsa parte del líquido contenido en el afrecho. El afrecho entra en la prensa con una humedad inicial del 80%, y al concluir el prensado, la humedad del afrecho se reduce a aproximadamente un 68%.



, Fuente: El autor

El líquido extraído, conocido como licor, se recoge y se dirige a cárcamos especializados para su almacenamiento y posterior tratamiento. Este paso es esencial para la gestión eficiente del agua y evitar problemas ambientales asociados con el manejo de desechos líquidos.

Cada línea de secado está equipada con una prensa MYCOM, diseñada para procesar hasta 5 toneladas de afrecho por hora. Este equipo está configurado para operar de manera continua y eficiente, asegurando que el afrecho sea tratado de manera óptima antes de pasar a la siguiente etapa del proceso. La prensa MYCOM es conocida por su robustez y fiabilidad, aspectos críticos para mantener la calidad del producto final y la eficiencia del proceso de secado.

**Tabla 2. información técnica prensa MYCOM**

PRENSA		
	MARCA	MYCOM
	MODELO	2000
	CAPACIDAD	5,0 Ton/h
	POTENCIA	30 hp
	REDUCTOR	SEW
	RODAMIENTO 1	29324-E1-XL
	RODAMIENTO 2	23122-E1A-XL-M
	SINFÍN Y MALLA	INOX
	FABRICANTE	SW-SHOP

Fuente: El autor

En la tabla 2. Se muestra la información técnica detallada de la prensa MYCOM, incluyendo especificaciones como capacidad de procesamiento; Las dimensiones, y requisitos de mantenimiento, será consignada en las hojas de vida de los equipos para garantizar una gestión adecuada y facilitar el seguimiento del desempeño del equipo.

### **2.2.3. Proceso de secado**

El secado del afrecho se lleva a cabo utilizando secadores giratorios del tipo haz tubular, fabricados por la marca MYCOM. Esta tecnología se destaca por su eficiencia en la evaporación de la humedad y su capacidad para manejar grandes volúmenes de material. Los secadores de tipo haz tubular son equipos rotativos diseñados para proporcionar un proceso continuo y eficiente de secado. Están compuestos por un haz tubular que gira, facilitando el movimiento del material a lo largo del interior del secador. El afrecho húmedo, que ingresa con una humedad del 68%, es transportado a través del haz tubular. A medida que el afrecho se desplaza por el cilindro giratorio, el calor del vapor evapora gradualmente el agua contenida en el material. El afrecho seco, con una humedad final de aproximadamente el 13%, sale del secador, listo para su almacenamiento o procesamiento adicional.

- **Especificaciones de secador:**

El secador MYCOM está equipado con un motor de 40 Hp, que proporciona la potencia necesaria para hacer girar el haz tubular. La rotación continua del haz tubular es crucial para mantener el afrecho en movimiento y asegurar un secado uniforme. El motor cuenta con variador de velocidad y está conectado a través de una transmisión de cadena para regular la velocidad de rotación del haz y con ello controlando la residencia del material dentro del secador según los requisitos del proceso.

- **Diseño del Haz Tubular:**

El haz tubular está diseñado con una serie de cangilones o paletas internas que recogen y transportan el afrecho a lo largo del cilindro. Estos cangilones aseguran que el afrecho se mantenga en movimiento continuo y se exponga de manera homogénea al calor proporcionado por el vapor a una presión de 60 PSI. Este vapor caliente circula a lo largo de las paredes internas de los tubos, proporcionando calor radiante que se transfiere al afrecho. El intercambio de calor se realiza mediante un contacto directo entre el vapor caliente y las superficies de la tubería, permitiendo la evaporación efectiva del contenido de humedad del afrecho. En la siguiente tabla se listan algunas especificaciones de importancia para el mantenimiento del secador.

**Tabla 3. información técnica Secador Haz tubular MYCOM 5500**

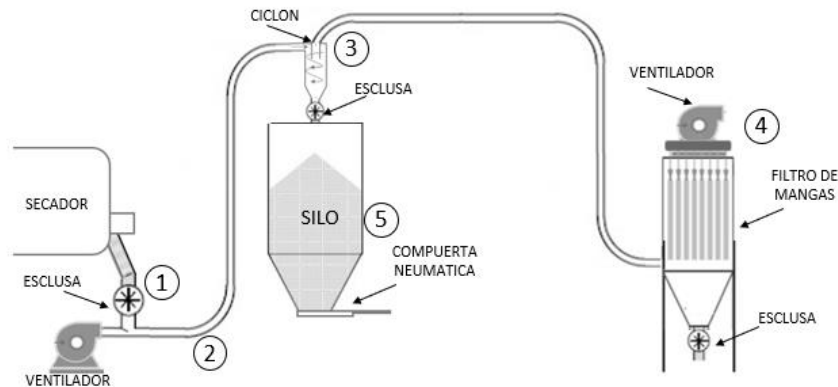
SECADOR DE AFRECHO		MARCA	MYCOM
	MODELO	5500	
	CAPACIDAD	5,0 Ton/h	
	POTENCIA	40HP	
	RODAMIENTO 1	23136 CCK/W33	
	RODAMIENTO 2	23140 CCK/W33	
	JUNTA	SIFER 6,5"	
	ANGULOS 1 Y 2	HR 3"X 5/16"X 6M	
	ANGULOS 3	HR 4"X 3/8"X 6M	

Fuente: El autor

### 2.2.4. Transporte y almacenamiento.

Una vez que el afrecho seco (AFS) ha completado el proceso de secado, es esencial garantizar su transporte y almacenamiento adecuados para mantener su calidad y funcionalidad. El proceso de transporte y almacenamiento del afrecho seco se lleva a cabo de la siguiente manera:

Figura. 4 Proceso de transporte y secado,



Fuente: El autor

- **(1) Dosificación y Transporte Neumático:**

Al salir del secador, el afrecho seco es dosificado a través de una esclusa de aire, que regula el flujo del producto y evita la entrada de aire no deseado al sistema de transporte neumático. Este sistema neumático es fundamental para trasladar el afrecho desde el secador hasta el silo de almacenamiento. El transporte neumático se realiza mediante un ventilador que impulsa el afrecho a través de un ducto hacia el siguiente componente del sistema.

- **(2) Ventilador y Ductos:**

El ventilador, ubicado antes de la esclusa, es responsable de generar el flujo de aire necesario para mover el afrecho a lo largo del ducto. Este ducto está diseñado para minimizar las pérdidas y asegurar un transporte eficiente del afrecho seco. El aire, mezclado con el afrecho, es dirigido a lo largo de una serie de tuberías hasta llegar al ciclón.

- **(3) Separación de Sólidos y Aire:**

En el ciclón, el afrecho seco se separa del aire mediante un proceso de centrifugación. El ciclón utiliza la fuerza centrífuga para separar los sólidos (afrecho seco) del aire en movimiento. El afrecho seco se dirige hacia la parte inferior del ciclón, mientras que el aire cargado de polvo es canalizado hacia el siguiente sistema de filtrado.

- **(4) Filtración y Control de Polvo:**

El aire separado de los sólidos pasa a través de un filtro de mangas, que está diseñado para capturar el polvillo remanente. Este filtro está compuesto por mangas construidas de material poroso que retienen las partículas de polvo y permiten que el aire limpio salga del sistema. El filtrado eficaz es crucial para cumplir con las normativas ambientales y mantener un ambiente de trabajo limpio.

- **(5) Almacenamiento en Silos:**

Una vez que el afrecho seco ha sido separado del aire y el polvillo ha sido eliminado, el material se deposita en un silo de almacenamiento. El silo está diseñado para mantener el afrecho seco en condiciones óptimas, protegiéndolo de la humedad y de contaminantes externos. La capacidad del silo y su diseño aseguran que el afrecho pueda ser almacenado de manera segura y accesible para su posterior despacho a las diferentes plantas de alimentos balanceados.

A continuación, se relaciona especificaciones de los diferentes equipos que intervienen en este proceso:

**Tabla 4. Especificaciones equipos Transporte y almacenamiento**

Equipo	Especificaciones				
	Material	Motorreductor/especificaciones	Capacidad/Potencia	Fabricante	Año fabricación
esclusa secador	Acero al carbono	edisatech HJNJ 806 esclusa de 12"	1hp	WASVELT	2012
ventilador de transporte	lamina de acero 22" $\varnothing$ x 2½"	motor weg 12,5 hp	2hp/3600 rpm	WASVELT	2012
ductos de transporte	lamina de acero 12" $\varnothing$	N/A	N/A	WASVELT	2012
esclusa secador	Acero al carbono	edisatech HJNJ 806 esclusa de 12"	1hp	WASVELT	2012
ciclon	lamina de acero	N/A	N/A	METALTECO	2012
filtro de mangas	lamina de acero	18 Mangas en NTCR - 500 de 248 x 24; ventilador 12,5 hp	2hp/3600 rpm	METALTECO	2010
silo de almacenamiento 1	lamina de acero	silo de almacenamiento de 90 ton	90 ton	WASVELT	2022
silo de almacenamiento 2	lamina de acero	silo de almacenamiento de 70 ton	70 ton	METALTECO	2010

Fuente: el autor

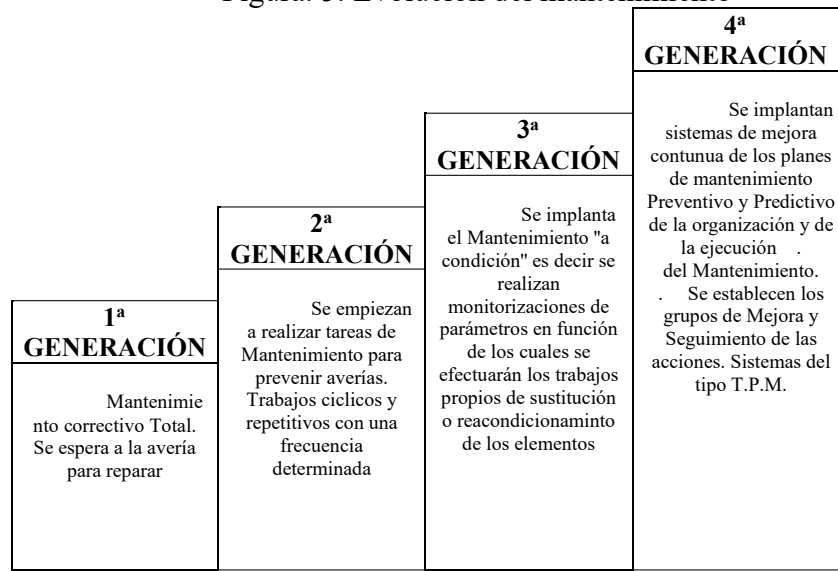
### 3. MANTENIMIENTO

El mantenimiento se puede definir como el conjunto integral de técnicas y procedimientos diseñados para preservar y optimizar todos los elementos que forman parte de un proceso productivo. Este concepto abarca no solo las máquinas y equipos, sino también las instalaciones y otros sistemas en servicio que intervienen en las operaciones diarias de una planta o fábrica. La finalidad principal del mantenimiento es asegurar que estos componentes operen durante el mayor tiempo posible con el máximo nivel de eficiencia, confiabilidad y rendimiento. (García Garrido, 2003).

Históricamente hablando, el mantenimiento ha pasado por diferentes etapas las cuales evolucionan en paralelo con los procesos industriales han crecido y durante este crecimiento también lo ha sido la demanda de máquinas especializadas muchas de las cuales son compleja y muchas veces de licadas por lo cual requiere que se tenga métodos y procedimientos a conde a las exigencias de los procesos.

En términos generales, la evolución del mantenimiento se puede estructurar en las siguientes generaciones.

Figura. 5. Evolución del mantenimiento



Fuente: (Martinez Neira & Vega Saenz, 2006)

De acuerdo al anterior gráfico y para efectos de delimitación el proyecto se desarrolla en la segunda generación de mantenimiento, centrado en el mantenimiento preventivo, porque este enfoque establece las bases fundamentales para la evolución hacia herramientas más avanzadas. La información y los datos obtenidos a partir de este mantenimiento permiten una comprensión más profunda del estado de los equipos, facilitan la optimización de recursos y costos, y preparan el terreno para la implementación de tecnologías y métodos de mantenimiento más sofisticados que se encuentran en generaciones posteriores. Al construir sobre esta base sólida, el proyecto puede avanzar hacia la adopción de estrategias más avanzadas que maximicen la eficiencia operativa y la confiabilidad a largo plazo enmarcado siempre en la mejora continua.

#### 4. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Una vez realizada la revisión bibliográfica y definida la necesidad específica de la compañía, es necesario arrancar con el levantamiento de información del proceso productivo. Para ello, se identifican los sistemas que conforman la planta de secado de afrecho, así como los equipos que intervienen en cada uno de ellos. Posteriormente, se lleva a cabo un inventario general en campo, tomando como referencia los sistemas previamente establecidos (ver numeral 2.2. PROCESO DE SECADO).

Con el apoyo del personal técnico, se diligencian las hojas de vida de los equipos, las cuales incluyen las especificaciones técnicas, componentes relevantes y las tareas de mantenimiento asociadas a cada uno (ver numeral 9.2. CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS Y DEFINICIÓN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.)

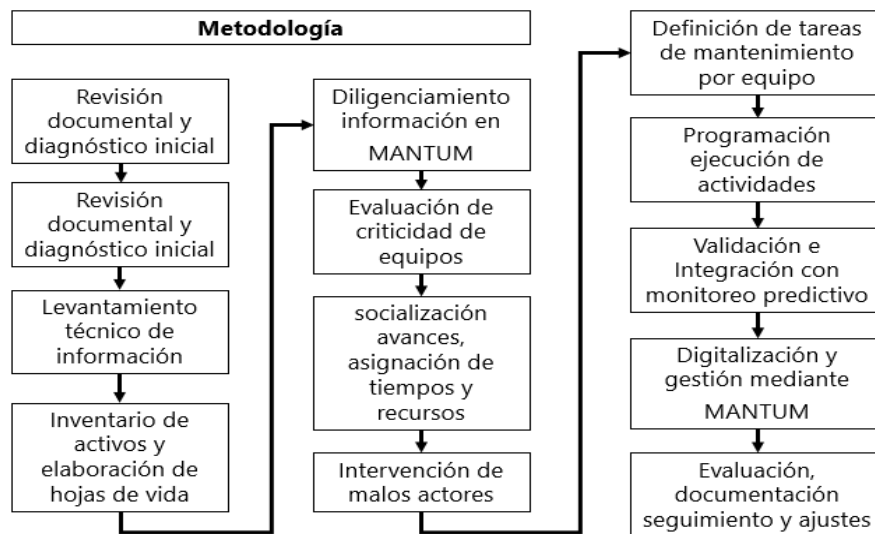
A partir de la información recolectada, se realiza una evaluación de criticidad de los equipos, con el objetivo de enfocar y optimizar los recursos en aquellos activos que presentan mayor impacto en la operación. Esta evaluación permite complementar las actividades de mantenimiento existentes y avanzar hacia la programación estructurada de las intervenciones establecidas con anterioridad, en caso de presentarse o identificarse un mal actor una vez finalizada la evaluación es necesario validar la corrección del mismo con el fin de reducir el enfoque a equipos definidos como críticos. (Ver numeral 8. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS)

Una vez realizado el análisis de criticidad, es necesario realizar la socialización de los avances del proyecto con la jefatura de producción y la jefatura nacional de materias primas, con el fin de coordinar los periodos de intervención disponibles según las proyecciones operativas y de ser posible gestionar los recursos necesarios para atacar a los malos actores.

Seguidamente, se elabora una programación inicial de actividades, asignando responsables y estableciendo auditorías periódicas con contratistas especializados en monitoreo predictivo (medición de vibraciones, ultrasonido y termografía), lo que permitirá evaluar el desempeño del programa de mantenimiento; Dado que la compañía cuenta con el software de gestión MANTUM, toda la información recolectada será integrada en esta plataforma, incluyendo la información recopilada en las hojas de vida, las tareas de mantenimiento definidas y las actividades de seguimiento. A través de MANTUM se generan y gestionan las órdenes de trabajo, por lo que se considera fundamental implementar jornadas de sensibilización para el personal, (Capacitación teórico-práctica que incluya entrenamiento permanente en las tareas específicas ya sean operativas y técnicas) (La Efectividad de las actividades de mantenimiento, 2016), orientadas a fortalecer la cultura del mantenimiento, destacar la importancia de la retroalimentación técnica de calidad en el sistema.

En la figura 6 se describe el proceso metodológico desarrollado para la generación del plan de mantenimiento

**Figura. 6. Metodología desarrollada**



Fuente: el autor

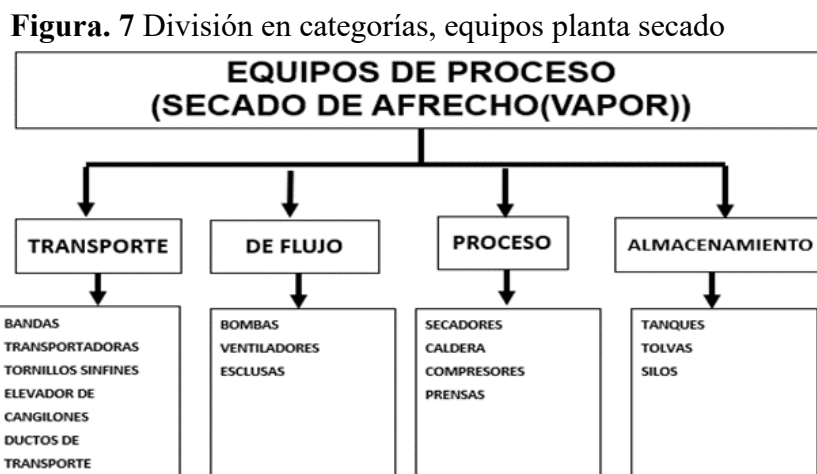
## 5. GENERACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

La confiabilidad de un proceso industrial depende en gran medida de su diseño y montaje inicial. Cuando se trata de plantas con equipos nuevos, es razonable basar el plan de mantenimiento en las especificaciones y requisitos proporcionados por el fabricante. Sin embargo, en el caso de plantas que ya han estado operando durante un tiempo y que no cuentan con un plan de mantenimiento formal, es esencial realizar un levantamiento de información detallado; Este levantamiento debe incluir la recopilación de toda la documentación disponible, como catálogos, manuales de equipo y registros de mantenimiento previos (si están disponibles). En ausencia de esta documentación, es crucial recurrir a la experiencia y conocimientos de los operadores tanto de mantenimiento como de producción. La recopilación exhaustiva de información constituye la primera fase para desarrollar un plan de mantenimiento que sea aplicable y sostenible a lo largo del tiempo.

El plan de mantenimiento debe abarcar tanto los equipos principales como los auxiliares de la planta. Por ello, es fundamental tener un inventario completo de todos los equipos y, si es posible, organizar este inventario en zonas o categorías para simplificar la gestión. La segmentación en zonas o la definición de tareas genéricas puede evitar la sobrecarga y asegurar que no se pasen por alto actividades de gran impacto (Lora moreno & Perez Calderon , 2010).

Una vez definidas todas las actividades de mantenimiento, es crucial establecer mecanismos para medir el tiempo de inactividad de los equipos. Reducir el tiempo de parada es un indicador clave de la productividad de la empresa. Para ello, es necesario contar con personal capacitado y, en caso de no disponer de un software especializado en mantenimiento, implementar una hoja de cálculo adecuada. Esta herramienta permitirá realizar un seguimiento efectivo de las actividades de mantenimiento y tomar decisiones fundamentadas para mejorar la eficiencia operativa.

Este enfoque metodológico asegura que el plan de mantenimiento sea integral, aplicable y adaptado a las necesidades específicas de la planta, garantizando así su efectividad y sostenibilidad a largo plazo, para el caso puntual de la planta de secado se estableció la categorización mostrada en la figura 7.



Fuente: el autor

## 6. LA GESTION DE LA INFORMACION UNA HERRAMIENTA IMPORTANTE PARA EL MANTENIMIENTO

Una gestión efectiva del área de mantenimiento depende en gran medida de la correcta recopilación y manejo de información. A diario, el área de mantenimiento genera una cantidad significativa de datos, muchos de los cuales pueden perderse si no se cuenta con un sistema robusto para su recopilación y gestión. Por ello, es esencial evaluar y mejorar el método actual de recopilación de información, en caso de que este ya esté en funcionamiento; La recopilación debe llevarse a cabo mediante medios claros y precisos, garantizando que se puedan realizar solicitudes de servicio, obtener autorizaciones, ejecutar tareas y proporcionar retroalimentación técnica, incluyendo detalles sobre repuestos y recomendaciones adicionales de manera eficaz.

Para desarrollar un plan de mantenimiento adecuado, es fundamental contar con ciertos documentos y registros. Esto incluye la ficha técnica del equipo, una hoja de vida actualizada, y la capacidad de rastrear las solicitudes de servicio, órdenes de trabajo (OT's) y solicitudes de repuestos (Romero Ballestas, 2012). Un sistema de captura y consulta de información bien estructurado no solo mejora la eficiencia del área de mantenimiento, sino que también facilita el cumplimiento de los objetivos con tiempos de intervención reducidos y costos de mantenimiento optimizados.

La implementación de un sistema robusto para la gestión de la información de mantenimiento asegura una operativa más eficiente, permitiendo una toma de decisiones informada y una respuesta rápida a los problemas que puedan surgir. Esto, a su vez, contribuye a una mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos, reduciendo el tiempo de inactividad y controlando los costos operativos de manera más efectiva.

Para la recopilación y gestión de datos, así como para el manejo de órdenes de trabajo, la compañía utiliza un software especializado denominado MANTUM. Este sistema proporciona una plataforma integral que permite optimizar diversas funciones clave dentro del área de mantenimiento en la figura 8 se pueden apreciar las ordenes de trabajo que están abiertas o en ejecución, así mismo las que ya fueron cerradas con su debida retroalimentación.

Figura.8 programación OT software

Código	Prioridad	Fecha creación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Entidades	Actividades	Descripción	Realimentación	Tipos Mtto	Ejecutores	% Ejec	Recepción	Personal Registro
215384	2-Media	2024-03-07 04:00	2024-03-11	2024-03-14	IL14-02   BLOQUE	Reparación Locativa	mtto civil semana 11 Entidad a intervenir:		programada	CONSTRUCCIONES VICTOR Y SANTIAGO	0		DAVID RICARDO
213951	2-Media	2024-02-14 07:39	2024-03-08	2024-03-10	REAF-004	Reparación General	SERVICIO DE AUTOMATIZACIÓN		programada	INTERCOM TELECOMMUNICATIONS	0		SERGIO AUGUSTO
215428	2-Media	2024-03-08 00:20	2024-03-08	2024-03-11	IL14-02   BLOQUE	Reparación Locativa	COTIZACIÓN MANTENIMIENTO		programada	INTERCOMER JF LOGISTICA S.A.S.	0		DAVID RICARDO
215429	2-Media	2024-03-08 03:58	2024-03-08	2024-03-09	IL14-02   BLOQUE	Reparación Locativa	ILUMINACIÓN SERVIDOR cotización del servicio de alquiler de BOBCAT y		programada	CONSTRUCCIONES VICTOR Y SANTIAGO	0		DAVID RICARDO

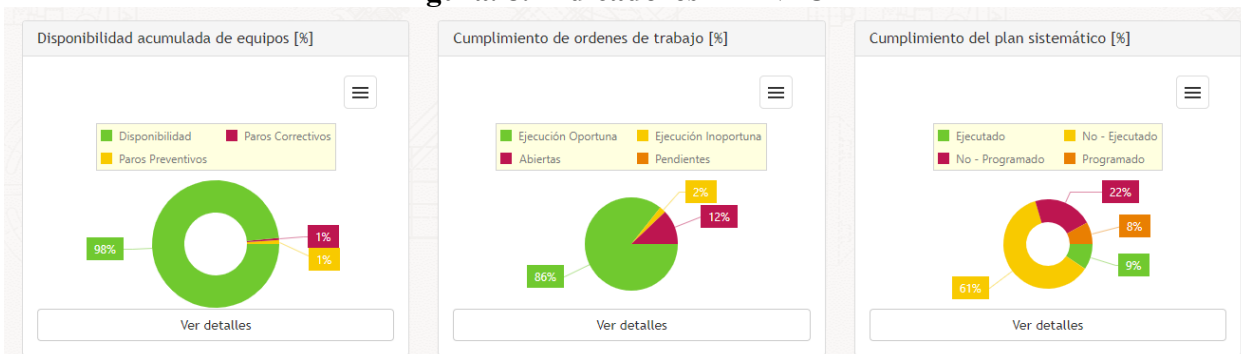
Fuente: interfaz MANTUM

MANTUM facilita la creación, seguimiento y cierre de órdenes de trabajo, garantizando que cada tarea de mantenimiento se registre y gestione de manera eficiente. El software permite a los usuarios ingresar y consultar información detallada sobre cada solicitud de servicio, desde la recepción hasta la finalización de la tarea. Además, MANTUM ofrece funcionalidades para el seguimiento del estado de las órdenes, la asignación de recursos y la gestión de repuestos, asegurando que todos los aspectos del mantenimiento se coordinen de manera efectiva.

Una de las principales ventajas de MANTUM es su capacidad para centralizar la información, proporcionando acceso a datos actualizados y relevantes en tiempo real. Esto incluye detalles técnicos del equipo, historial de mantenimiento, y registros de intervenciones anteriores. La integración de estos datos en una sola plataforma permite una gestión más ágil y una toma de decisiones más informada, lo que contribuye a una mayor eficiencia operativa y a la reducción de tiempos de inactividad.

El uso de MANTUM no solo mejora la organización y el seguimiento de las actividades de mantenimiento, sino que también facilita la generación de reportes y análisis, lo que permite a la compañía evaluar el desempeño del mantenimiento, identificar áreas de mejora y ajustar estrategias según sea necesario. En resumen, MANTUM representa una herramienta crucial para la gestión efectiva del mantenimiento, contribuyendo significativamente a la optimización de los recursos y a la mejora continua del proceso de mantenimiento, a continuación, se relaciona uno de los informes que puede generar MANTUM sobre el desempeño de un plan de mantenimiento.

**Figura. 8. Indicadores MANTUM**



Fuente: interfaz MANTUM

## 7. RECOLECCION DE INFORMACION Y TRATAMIENTO DE DATOS

### 7.1. INVENTARIO DE EQUIPOS.

Para realizar el análisis de criticidad, es necesario iniciar con un inventario general de todos los equipos. Este inventario proporcionará la base necesaria para aplicar la metodología elegida. A continuación, se detalla la lista completa de los equipos.

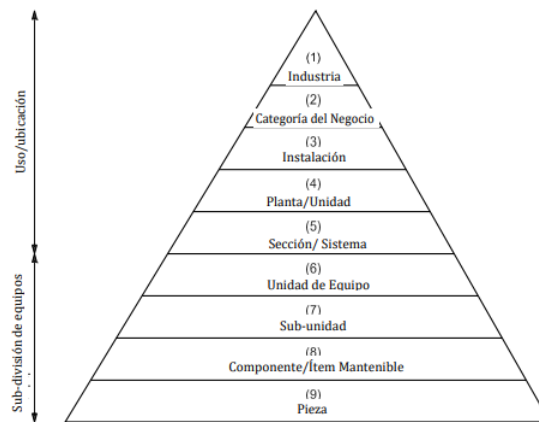
**Tabla 4. Inventario general equipos**

EQUIPOS	CANTIDAD
CALDERA	1
SECADOR AFRECHO	3
PRENSAS AFRECHO	3
SINFINES	9
ESCLUSAS	9
COMPRESORES	2
BANDAS TRANSPORTADORAS	1
ELEADOR CANGILONES	1
BOMBAS	2
SILOS DE ALMACENAMIENTO	6
TOLVAS DE ALMACENAMIENTO	3

### 7.2. EQUIPOS PLANTA SECADO

Después de completar el inventario de equipos, se debe proceder a la identificación detallada de cada uno de ellos en la planta. Para esto, se utiliza como modelo la taxonomía según la norma ISO/DIS 14224, que proporciona una clasificación sistemática de los diferentes ítems, como se muestra a continuación.

Figura. 9. Clasificación de la taxonomía con niveles taxonómicos



Fuente: ISO/DIS 14224

Como se observa en la gráfica, las primeras cinco categorías abordan las diferentes plantas industriales, independientemente del equipamiento que las componga, y definen su ubicación. Las categorías de la 6 a la 9 se enfocan en los equipos como unidades individuales, describiendo sus componentes, los cuales pueden dividirse según la complejidad del equipo y subdividirse hasta llegar al elemento mínimo (pieza).

Para la elaboración de este trabajo, se ha tomado como referencia esta clasificación y se ha aplicado a los equipos que forman parte del proceso de secado de afrecho. La planta cuenta con un software de mantenimiento que, por defecto, tiene parametrizada la generación de códigos. Sin embargo, para realizar la clasificación de equipos, se ha optado por una codificación específica para el área de mantenimiento, dado que muchos de los equipos tienen un código de activo fijo. En la gráfica mostrada a continuación, se puede observar el levantamiento de datos realizado en campo, para visualizar la tabla completa ver anexo 1.

Tabla 5, levantamiento de información y clasificación.

codigo	INDUSTRI	NEGOC	INTALACION	PLANTA	SECCION	UNIDAD EQUIPO
0211000-TVAS-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	TOLVA DE RECIBO AFH
0211000-TPSF-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #1
0211000-TPSF-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #2
0211000-TPSF-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #1
0211000-TPSF-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #2
0211000-TPBA-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	BANDA INCLINADA RECIBO AFH
0211000-TPSF-005	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1
0211000-TPSF-006	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN ALIMENTACION SILOS DE AFH #2
0211000-TPSF-106	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN DE RETORNO BANDA AFH
0211000-SIME-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #1 (81 TON)
0211000-SIME-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #2 (81 TON)
0211000-SIME-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #3 (81 TON)
0211000-SIME-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #4 (81 TON)
0211000-TPSF-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN AFH SILO 4 A SECADOR #3
0211000-TPSF-100	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN DISTRIBUIDOR AFH #3 (SIN FIN TOLVAS)
0211000-TVAS-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	TOLVA DE DOSIFICACION AFH SECADOR #1
0211000-TPSF-009	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	PRENSA DE AFH SECADOR #1
0211000-REAF-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1
0211000-VECE-006	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #1
0211000-VECE-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #1
0211000-MTRE-016	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	ESCLUSA AFS SECADOR #1
0211000-CICL-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	CICLON AFS SECADOR #1
0211000-SCLU-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #1
0211000-FCMA-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	FILTRO DE MANGAS SECADOR #1
0211000-VECE-009	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 1
0211000-SCLU-012	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #1
0211000-TVAS-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	TOLVA DE DOSIFICACION AFH SECADOR #2
0211000-TVAS-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	PRENSA DE AFH SECADOR #2
0211000-REAF-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #2
0211000-VECE-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #2
0211000-VECE-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #2
0211000-MTRE-018	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	ESCLUSA AFS SECADOR #2
0211000-CICL-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	CICLON AFS SECADOR #2
0211000-SCLU-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #2
0211000-FCMA-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	FILTRO DE MANGAS SECADOR #2
0211000-VECE-010	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 2
0211000-SCLU-013	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #2
0211000-TVAS-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	TOLVA DE DOSIFICACION AFH SECADOR #3
0211000-TPSF-011	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	PRENSA DE AFH SECADOR #3
0211000-REAF-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #3
0211000-VECE-008	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #3
0211000-VECE-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #3
0211000-MTRE-020	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	ESCLUSA AFS SECADOR #3
0211000-CICL-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	CICLON AFS SECADOR #3
0211000-SCLU-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #3
0211000-VECE-011	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 3
0211000-FCMA-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	FILTRO DE MANGAS SECADOR #3
0211000-SCLU-014	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #3

Fuente: el autor.

Una vez realizado el inventario de equipos se procede a ingresar los diferentes equipos al software como se muestra en el siguiente ejemplo.

Figura. 10. Ingreso equipos a MANTUM,

Código	Nombre	Instalación Proceso	Criticidad	Estado	Código Antiguo	Ubicación	Responsable	Nro Serie	Tipo Jerarquía	Equipo Padre	Propietario
0211000-VACM-014	COMPUERTA NEUMÁTICA SILO AFS 2	LIN830411102   TRANSPORTE	Alta	En Operación					Equipo		
0211000-VECE-001	VENTILADOR TRANSPORTE AFS SFR 1	LIN830411102   TRANSPORTE	Alta	En Operación		AREA DE PROCESO AFRECHO bodega 27 secador TIBITOC frente			Equipo		
0211000-VECE-002	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SFR ANHO 27	LIN830411102   TRANSPORTE	Alta	En Operación		AREA DE PROCESO AFRECHO bodega 27 secador TIBITOC sobre			Equipo		
0211000-VECE-003	VENTILADOR TRANSPORTE AFS SFR 3	LIN830411102   TRANSPORTE	Alta	En Operación		AREA DE PROCESO AFRECHO bodega 27 secador TIBITOC sobre			Equipo		
0211000-VECE-004	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO	LIN830411306   CALDERA	Alta	En Operación		AREA DE PROCESO AFRECHO bodega 27 secador TIBITOC sobre			Equipo		
0211000-VECE-005	VENTILADOR DE TIRO FORZADO	LIN830411306   CALDERA	Alta	En Operación		BODEGA 27 BAJO CALDERA			Equipo		
0211000-VECE-006	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SFCADOR #1	11101   FABRICACIÓN DE AFRECHO	Alta	En Operación		AREA DE PROCESO AFRECHO bodega 27 secador TIBITOC sobre			Equipo		

Fuente: el autor.

Para cada equipo se ingresa la información técnica que se tiene, así como su ubicación registro fotográfico y demás datos como se evidencia a continuación.

Figura. 11. Diligenciamiento información General en MANTUM

Información General



Código: 0211000-REAF-001

Código Antiguo:

Nombre: SECADOR DE AFRECHO MYCOM 5500 SEC 1

Inst. de Proceso: LIN830411101 | SECADORES DE AFRECHO

Equipo Padre:

Tipo: Equipo

Inst. Locativa: IL14-02 | BLOQUE PRODUCCIÓN (BODEGAS 27, 28 Y 29)

Familia 1: SECADOR DE AFRECHO

Familia 2:

Familia 3:

Criticidad: Alta

Provoca Paro?: SI

Ubicación

Ubicación: AREA DE PROCESO AFRECHO bodega 27 secador TIBITOC

Pais: Colombia

Departamento: Cundinamarca

Ciudad: Tocancipá

Fuente: el autor.

Figura. 12. Diligenciamiento datos técnicos en MANTUM

Datos Técnicos Asignados al Equipo

Nombre [Abr]	Tipo	Otro Nombre	Valor [und]	Tolerancia	Descripción
CAPACIDAD	Capacidad		5000 [Kg/h]	4500 - 5500	5000 KG/HR DE AFRECHO HÚMEDO AL 80% DE HUMEDAD INICIAL
TEMPERATURA DE SECADO	Capacidad		80 [°C]	60 - 85	
VELOCIDAD DEL TAMBOR	Capacidad		8-10 [rpm]	Sin Definir - Sin Definir	

Fuente: el autor.

## 8. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

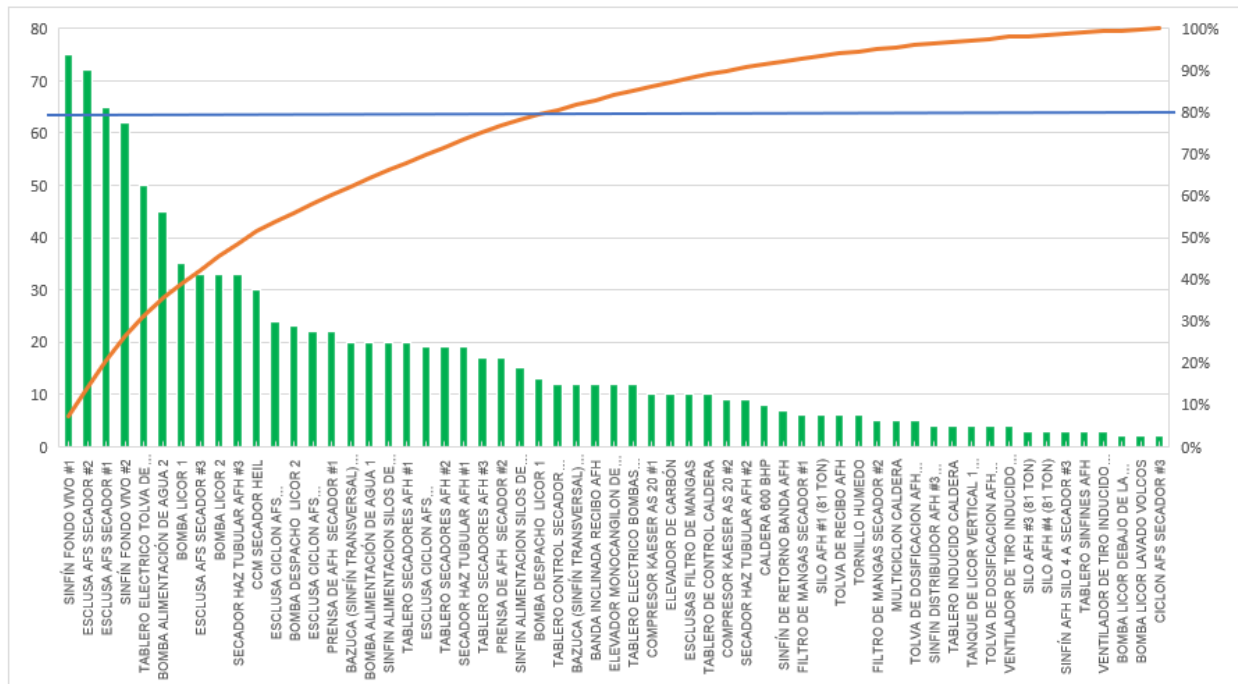
Una vez concluido el inventario de equipos, es fundamental realizar un análisis de criticidad para determinar el grado de importancia de cada activo dentro del proceso productivo. Este análisis nos permitirá priorizar las tareas de mantenimiento, asignando los recursos de manera más eficiente y efectiva. Al categorizar los equipos en función de su impacto en la producción, la calidad y la seguridad, podemos desarrollar un plan de mantenimiento personalizado y adaptable que garantice la continuidad operativa y maximice la vida útil de los activos (MORA LUIS ALBERTO, 2009).

### 8.1. ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE FALLA.

Para llevar a cabo el análisis de fallas de los equipos de secado, se consultaron las bitácoras de mantenimiento y de producción. Estos registros proporcionaron información detallada sobre las actividades de mantenimiento realizadas y los eventos adversos ocurridos durante la operación. Con base en los datos recopilados, se elaboró un diagrama de Pareto.

Este diagrama muestra la frecuencia de cada tipo de falla reportada, permitiendo identificar las problemáticas más recurrentes (Briseño Guevara, Juan Carlos; Torres Orjuela, Andres Felipe;, 2017). El objetivo de este análisis es determinar las causas raíz de las fallas y establecer acciones correctivas para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de secado

Grafica 2. Pareto Tendencias de fallas



Fuente: El autor

El análisis de los datos de mantenimiento reveló una concentración significativa de fallas en un reducido grupo de equipos. Específicamente, se identificó que el 50% de las fallas totales del

último año se atribuyen a solo seis equipos. Entre estos, los dos sinfines de la tolva de recibo de afrecho presentan la mayor frecuencia de incidencias, para visualizar las frecuencias de falla remitirse al anexo 2.

Estos componentes operan bajo condiciones extremadamente exigentes, moviendo un promedio de 400 toneladas diarias de material húmedo y estando en contacto constante con lixiviados corrosivos, principalmente licor de afrecho. La combinación de cargas cíclicas elevadas, abrasión por el material movido y la acción corrosiva del licor aceleran el desgaste de los sinfines, manifestándose principalmente en corrosión y desgaste en los componentes, grietas en los ejes y afectación de chumaceras.

## **8.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

El análisis de criticidad bajo la teoría del riesgo, consiste en ponderar varias variables que permiten visualizar la importancia que tiene un equipo dentro el proceso productivo, es decir que el Riesgo se puede entender como la consecuencia del producto de la frecuencia de la falla por la severidad de la misma.

De esta manera se tiene:

### **Ecuación 1. Riesgo**

$$R = \text{Frecuencia Fallo} \times \text{Consecuencia}$$

Fuente: (Ivan Dario Gómez Lozano, 2006)

### 8.3. CONSECUENCIAS

Para el cálculo de la consecuencia es necesario analizar los factores ponderados de cada una de las variables consideradas en la teoría del riesgo los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6. Ponderaciones de las variables de la teoría de riesgo.

<b>Frecuencia de</b>		<b>Costo de Mantenimiento</b>	
Parámetro mayora 4 fallas/año.	4	Mayor o igual a 20.000\$	2
Promedio 2 -4 fallas/año.	3	Inferior a 20.000 \$	1
Buena 1-2 fallas/año.	2		
Excelente. menor de 1 falla/año.	1		
<b>Impacto</b>		<b>Impacto en Seguridad Ambiente Higiene</b>	
Parada inmediata de toda la planta.	10		
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otros complejos.	6	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna.	8
Impacto en niveles de producción o calidad.	4	Afecta el ambiente produciendo daños reversibles.	6
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad.	2	Afecta las instalaciones causando da severos	4
No genera efecto significativo sobre operaciones y producción.	1	Provoca daños menores (Accidentes e incidentes) personal propio	2
<b>flexibilidad operacional</b>			
no existe opción de producción y no existe función de repuesto	4	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
hay opción de repuesto compartido	2	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.	0
función de repuesto disponible	1		

Fuente: (Ivan Dario Gómez Lozano, 2006)

Las consecuencias (C) se obtienen mediante la ecuación 2.

Ecuación 2. Calculo consecuencias

$$C = \{(IO \times FO) + CO + SAH\}$$

Fuente: (Ivan Dario Gómez Lozano, 2006)

Siendo:

IO = Impacto Operacional

FO= Flexibilidad Operacional

CM= Costo Mantenimiento  
 SHA= Impacto en Seguridad Higiene y Ambiente

Para realizar la adaptación de los criterios mostrados en la tabla al proceso de secado junto con la jefatura se evalúan y se tienen los siguientes factores.

Tabla 7 Factores de ponderación adaptados al proceso de secado

<b>Frecuencia de fallo</b>		<b>Costo de Mantenimiento</b>	
Entre 61 - 80 fallas/año.	4	Mayor 7 SMLV	5
Entre 41 - 60 fallas/año.	3	Entre 4,5 - 7 SMLV	4
Entre 21 - 40 fallas/año.	2	Entre 3 - 4,5 SMLV	3
Entre 0 -20 fallas/año.	1	Entre 1,5 - 3 SMLV	2
		Entre 0 - 1,5 SMLV	1
<b>Impacto en la producción</b>		<b>Impacto en Seguridad Ambiente Higiene</b>	
Paro parcial de la producción 75%	4	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna.	5
Paro de la producción 50%	3	Afecta la seguridad, genera lesión incapacitante, afectación ambiente produciendo daños reversibles.	4
Impacto leve de producción, por tiempo limitado.	2	Provoca daños menores a integridad física, ambientalmente controlable	3
No genera efecto significativo sobre operaciones y producción.	1	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales, genera alarma en seguridad	2
<b>flexibilidad operacional</b>		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.	1
No hay opción de producir, tiempo de reparación y logística largos	5		
Hay opción de cubrir parcialmente, tiempo de reparación y logística intermedio	4		
No hay repuesto disponible, tiempo de intervención bajo, consecución fácil	3		
función de repuesto disponible	2		
fácil de reparar, tiempos cortos	1		

Fuente: El autor

Una vez establecidos los factores de ponderación, se procede a cuantificar la criticidad de cada equipo mediante la aplicación de la ecuación 2.

Con el fin de jerarquizar los riesgos y establecer prioridades de mantenimiento, se han definido intervalos de riesgo que permiten clasificar los equipos en distintas categorías, tal como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8, Clasificación riesgo

VALOR DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO
96 - 120	MUY ALTA
71 - 95	ALTA
46 - 70	MEDIA
21 - 45	BAJA
0 - 20	MUY BAJA

Fuente el autor

La clasificación de los equipos analizados se muestra a continuación en la tabla 9.

Tabla 9, clasificación de equipos según criticidad

SECCION	EQUIPO	falta	frecuencia	operacional	flexibilidad	costo mtr	ambiente	impacto seg y	riesgo	jeraquizacion	
RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #1			5	4	4	5		3	120	MUY ALTA
RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #2			5	4	4	5		3	120	MUY ALTA
SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO ELECTRICO TOLVA DE RECIBO			4	3	5	3		1	76	ALTA
GENERACIÓN DE VAPOR	CALDERA 600 BHP			2	4	5	5		4	58	MEDIA
GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA 2			4	2	4	5		1	56	MEDIA
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR 2			3	3	3	5		4	54	MEDIA
RECIBO AFH	BANDA INCLINADA RECIBO AFH			2	4	5	5		1	52	MEDIA
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR 1			3	3	3	5		1	45	BAJA
LINEA 3	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #3			3	2	4	5		2	45	BAJA
LINEA 1	PRENSA DE AFH SECADOR #1			3	2	4	5		1	42	BAJA
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA DESPACHO LICOR 2			4	1	3	2		4	36	BAJA
SUMINISTO ELECTRICO	CCM SECADOR HEIL			3	2	3	2		2	30	BAJA
SUMINISTO ELECTRICO	CELDA DE TRANSFORMADOR DE 630KVA			1	4	5	5		4	29	BAJA
LINEA 1	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1			2	2	4	5		1	28	BAJA
GENERACIÓN DE VAPOR	TORNILLO HUMEDO			1	4	5	5		2	27	BAJA
SUMINISTO ELECTRICO	SUBESTACION ELECTRICA			1	4	5	3		3	26	BAJA
LINEA 3	ESCLUSA AFS SECADOR #3			3	2	3	1		1	24	BAJA
LINEA 2	PRENSA DE AFH SECADOR #2			2	2	3	5		1	24	BAJA
GENERACIÓN DE VAPOR	VENTILADOR INDUCIDO 100 HP			1	4	3	5		4	21	BAJA
LINEA 2	ESCLUSA AFS SECADOR #2			5	2	1	1		1	20	MUY BAJA
LINEA 1	ESCLUSA AFS SECADOR #1			5	2	1	1		1	20	MUY BAJA
GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA 1			2	2	2	5		1	20	MUY BAJA
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1			2	2	2	3		3	20	MUY BAJA
GENERACIÓN DE VAPOR	VENTILADOR FORZADO 15 HP			1	4	3	3		4	19	MUY BAJA
SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO ELECTRICO BOMBAS LICOR			2	2	2	2		3	18	MUY BAJA

Fuente: El autor.

En resumen, se encuentra:

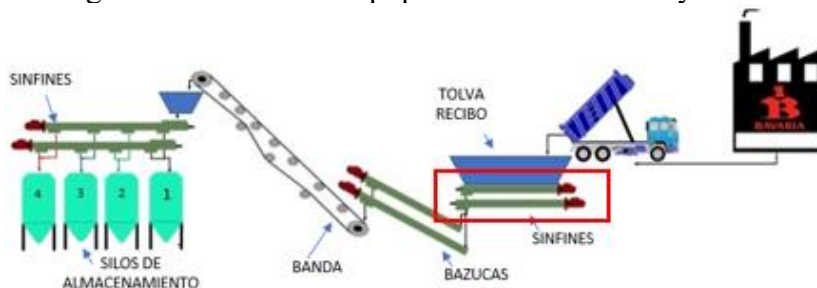
Tabla 10.resumen equipos (Criticidad)

CLASIFICACION DEL RIEGO	# EQUIPOS
MUY ALTA	2
ALTA	1
MEDIA	4
BAJA	12
MUY BAJA	64

Fuente: El autor.

Una vez realizado el análisis de criticidad se encuentra que los equipos más críticos del proceso son los sinfines de la tolva de recibo por su alta frecuencia de fallas y sus altos impactos en la producción de la planta, esto se debe a que son los equipos que reciben la totalidad del afrecho a producir, en promedio al día pueden estar moviendo cerca de 400Ton, y al estar fuera de operación impide el ingreso de materia prima afectando la totalidad del proceso. La matriz de criticidad completa se puede visualizar en el Anexo 3.

Figura. 13. Ubicación equipos con criticidad muy alta.



Fuente: El autor

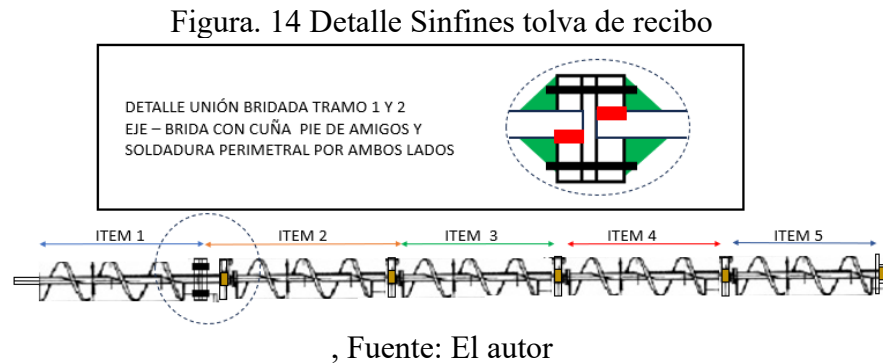
## 9. DISEÑO PLAN DE MANTENIMIENTO

### 9.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES.

Como se pudo observar en los capítulos anteriores se realizó inicialmente el levantamiento de los equipos que comprenden el proceso de secado, seguido de la recopilación de información de equipos, la cual es de gran importancia para el diligenciamiento de hojas de vida y fichas técnicas; se realizó la evaluación de criticidad de los equipos clasificándolos per priorizar el nivel de atención y frecuencias de intervención de los mismos (Víctor D. Manríquez, 2019), se encontró que los equipos más críticos son los sinfines de la tolva de recibo por lo cual se estableció como prioridad su intervención total con el fin de eliminarlos como malos actores y poder establecer un plan de mantenimiento general, a continuación se muestra el proceso de intervención y mejora de los mismos.

## 9.2. INTERVENCIÓN DEL MAL ACTOR

Los sinfines de recibo son equipos que transportan el AFH desde la tolva hasta las bazucas, el material es descargado sobre ellos y trabajan de forma alternada, están fabricados en acero inoxidable, con tubo de 2" SCH40 y las hélices están fabricadas en acero inoxidable 304 de ¼ de espesor, con paso de 12", está compuesto por 5 tramos unidos entre sí por puntas de acero 1045 y tornillos pasante de 5/8 Inoxidables, el sinfín es movido por un sistema de transmisión piñón cadena acoplado a un motore ductor Nord de 12 HP, a continuación se muestra el detalle del sinfín.



Al revisar la bitácora de mantenimiento de evidencia que las fallas reportadas por el personal se encuentran lo siguiente

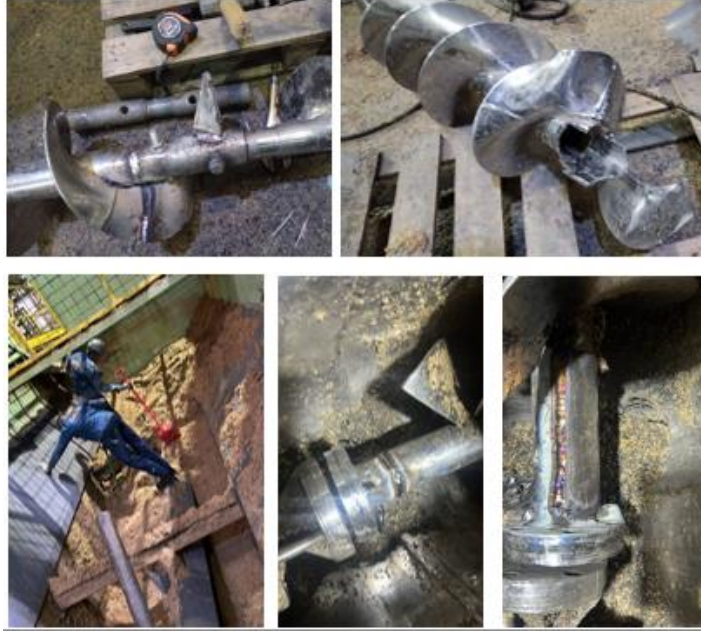
Tabla 11, Fallas sinfines de recibo reportadas en bitácora,

FALLAS REPORTADAS	FRECUENCIA	
	SIN FIN 1	SIN FIN 2
daño cadena	37	29
rotura eje	30	20
daño tornillo pasante	24	18
daño puente	18	13
daño de chumacera	13	7
daño motor	12	8
falla eléctrica	11	3
daño reductor	4	1
daño base reductor	3	0
daño piñones	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>155</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

Al revisar el reporte se encuentra que una de las fallas más recurrentes es la rotura del eje del sinfín lo cual es un indicador que el material de construcción ha culminado su vida útil, con apoyo de la jefatura de producción se realiza un Overhaul completo a estos dos sinfines, para eliminar así el mal actor y generar un plan de mantenimiento para los demás equipos, debido a que estos 2 equipos quedaran reacondicionados solo se asociaran rutinas de inspección y ajuste.

Figura. 15. Corrección de fallas por rotura sinfines tolva recibo.



Fuente: El autor

Figura. 16, Proceso de cambio sinfines tolva recibo



Fuente: El autor

La intervención de estos 2 equipos incluye el cambio de los sinfines y motor y sistema de transmisión realizando una Re-potencialización total como se muestra a continuación.

Tabla 12, Comparativo especificaciones sinfines tolva de recibo

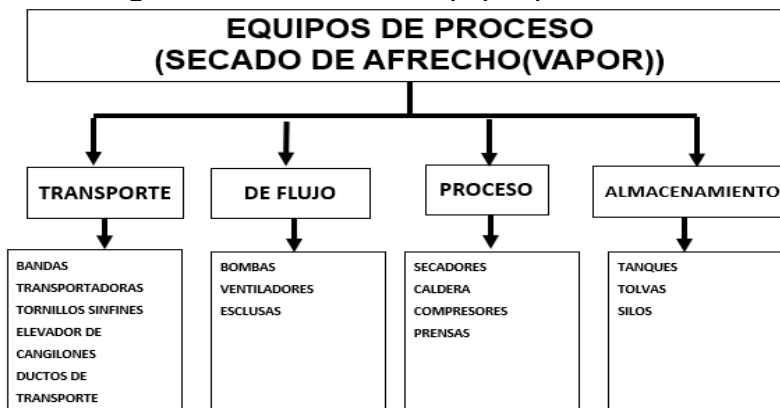
ESPECIFICACIONES SINFINES 1 -2		
COMPONENTES	ANTES	DESPUES
eje sinfines	tubo 2" SH 80 inox	tubo 3" SH 40 inox
eje de union	2" acero 1045	2,75" acero 1045
chumacera delantera	fag Ucf211-32 2"	sealmaster sf214 70mm
chumacera trasera	fag Ucf211-32 2"	buje bronce
colgantes	tubo 2,5" acero inox con nivelacor de 1	tubo 3" acero inox con nivelacores de 3/4"
bujes	bronce bipartido 2"	baquelita bipartido 2,5"
potencia motor	12 Hp	15 Hp
piñon motor	80B22	100 E30
piñon sin fin	80B25	100 E35
cadena	SKF P80	SKF P100
pasanes	tornillo 5/8 inox x 3 1/2"	tornillo caterpillar 5/8 x 4"

, Fuente: El Autor

### 9.3. CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS Y DEFINICIÓN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Luego de eliminar los 2 malos actores, se procede con la definición del plan de mantenimiento de la planta, para lo cual se identifican las diferentes categorías dentro de las cuales se clasifican los equipos, obteniendo lo que se muestra en la siguiente ilustración.

Figura. 17. Clasificación equipos planta secado



Fuente: El autor.

Una vez clasificados y organizados los diferentes equipos se plantean una serie de actividades propias de cada uno, a continuación, se puede observar a detalle cada uno de los equipos.

## EQUIPOS DE TRANSPORTE.

Actividades periódicas relacionadas por equipo.

Tabla 13 Actividades propias por equipo categoría transporte

TORNILLO SINFÍN	BANDA TRANSPORTADORA	ELEVADOR CANGILONES	DUCTOS DE TRANSPORTE
Lubricación chumaceras	Lubricación chumaceras	Lubricación chumaceras	Inspección fugas
Lubricación cadena	Lubricación cadena	Lubricación cadena	Limpieza
Inspección sinfín	Inspección banda y rodillos	Inspección banda y cangilones	Pintura
Inspección colgantes	Revisión alineación banda	Revisión alineación banda	Cambio empaquetadura
Rotación bujes	Rotación bujes	Revisión nivel aceite caja reductora	
Cambio bujes	Cambio bujes	Limpieza	
Revisión alineación transmisión	Revisión nivel aceite caja reductora	Pintura	
Revisión nivel aceite caja reductora	Ajuste barredor	Inspección fugas piernas	
Limpieza	Limpieza	Cambio empaquetadura	
Pintura	Pintura		
Cambio empaquetadura	Cambio empaquetadura		

Fuente: El autor

## EQUIPOS DE FLUJO.

Actividades periódicas relacionadas por equipo.

Tabla 14. Actividades propias por equipo categoría Flujo

BOMBAS	VENTILADORES	ESCLUSAS
Limpieza	Limpieza	Inspección fugas y ajuste tornillería
Pintura	Pintura	Limpieza
ajuste motor	Medición vibraciones	Pintura
Inspección fugas	Inspección y tensión correas	Lubricación chumaceras
Lubricación chumaceras	Balanceo	Cambio barredores
medición vibraciones	Ajuste motor	Revisión nivel aceite caja reductora
Inspección y lubricación acople	Lubricación chumaceras	Lubricación cadena
	Cambio empaquetadura	Inspección y lubricación acople

. Fuente: El autor

## EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO.

Actividades periódicas relacionadas por equipo.

Tabla 15. Actividades propias por equipo categoría Almacenamiento

SILOS	TANQUES	TOLVAS
Inspección fugas	Inspección fugas	Inspección fugas
Limpieza	Limpieza	Limpieza
Pintura	Pintura	Pintura
Mtto cilindro neumático	Lavado	Cambio empaquetadura
		Lavado

Fuente: El autor

Luego de identificadas las diferentes tareas por equipos se realizan fichas de mantenimiento generalizadas las cuales van dirigidas al personal encargado de las diferentes intervenciones.

#### 9.4. FICHAS DE MANTENIMIENTO.

A parte de la información contenida en MANTUM, se generan unas fichas técnicas para ubicarlas en el área de producción, las fichas fueron diseñadas de tal forma que el personal operativo y de mantenimiento tenga la información necesaria para realizar las diferentes actividades, cada ficha está dividida en 3 secciones como se muestra a continuación.

Inicialmente se muestra la imagen de referencia, con un despiece o imagen de sus componentes.

**Tabla 16. Ficha mantenimiento**

LOGO	FICHA MANTENIMIENTO	Código:
EQUIPO	ESCLUSAS ROTATIVAS	Versión: N° 01
Página: 1 de 10		
		

Fuente: El autor

Una vez identificado el equipo, se listan las diferentes actividades de mantenimiento relacionadas en la tabla 17, junto con algunas observaciones de importancia para los técnicos.

Para los operadores y oficios varios, se establecen inicialmente las actividades que tienen alcance para dichos cargos, para actividades que involucren algún riesgo, se establece acompañamiento del personal de mantenimiento.

**Tabla 17. Actividades mantenimiento nivel 1**

<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>LIMPIEZA EXTERNA</b>	OBSERVACIÓN	El op con ayuda de un cepillo debe realizar limpieza externa
	PRECAUCIONES	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento La superficie del equipo puede presentar alta temperatura Realizar limpieza en seco, al aplicar agua, esta puede generar compactación del producto
	CONSIDERACIONES	En caso que el reductor tenga acople o transmisión por cadena, debe tener guarda, NO OPERAR SIN GUARDAS
	RESPONSABLE	Op producción, op oficios varios
<b>LIMPIEZA INTERNA</b>	OBSERVACIÓN	El op con ayuda de un cepillo debe realizar limpieza interna
	PRECAUCIÓN	El equipo debe estar bloqueado antes de realizar la intervención
	CONSIDERACIONES	El AFS se aloja entre las tapas laterales y el rotor, por lo cual se debe realizar limpieza cada que suba el amperaje de operación. Evitar sobretorqueado de tornillería tapas laterales
	RESPONSABLE	Electromecánico
<b>PINTURA</b>	OBSERVACIÓN	Aplicar con brocha o pintura, utilizando los EPP
	PRECAUCIÓN	El equipo debe estar detenido antes de realizar la intervención
	CONSIDERACIONES	se debe aplicar la pintura correspondiente, asegurando evitar salpicaduras en piso y otras partes del equipo
	RESPONSABLE	Op producción, op oficios varios

Fuente: El autor

Luego de definidas las actividades de nivel 1, se relacionan las actividades propias del personal de mantenimiento, en el caso de la planta es responsabilidad del electromecánico, la planta actualmente cuenta con 1 electromecánico por turno por el cual las diferentes actividades de mantenimiento se distribuyen durante toda la jornada.

**Tabla 18. Actividades mantenimiento electromecánico.**

<b>LUBRICACIÓN CHUMACERAS</b>	OBSERVACIÓN	Si la esclusa presenta chumaceras es necesario lubricar
	PRECAUCIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	CONSIDERACIONES	Algunas esclusas presentan rodamiento sellado de bolas.
	RESPONSABLE	Electromecánico
	LUBRICANTE	GRASA FRIXO 147
<b>LUBRICACIÓN CADENA</b>	OBSERVACIÓN	Si la esclusa presenta transmisión por piñón cadena es necesario lubricar
	PRECAUCIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	CONSIDERACIONES	Algunas esclusas presentan transmisión por cadena.
	RESPONSABLE	Electromecánico
	LUBRICANTE	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715
<b>LUBRICACIÓN E INSPECCION CAJA REDUCTORA</b>	OBSERVACIÓN	la caja reductora debe contar con el nivel indicado en el manual del equipo de acuerdo a la posición de instalación
	PRECAUCIÓN	Antes de realizar la inspección asegúrese que el equipo está detenido, limpie la superficie de la caja y mirilla, en caso que tenga que retirar la tapa superior evitar la entrada de objetos extraños, al ajustar revisar estado del emaque de la integridad y ajuste del mismo depende de la ocurrencia de fugas de lubricante El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	CONSIDERACIONES	Si el equipo requiere nivelación del volumen de lubricante utilice las herramientas apropiadas para esta actividad Para inspeccionar y lubricar acople, el sinfín debe estar DETENIDO Y BLOQUEADO
	RESPONSABLE	se debe revisar que la caja cuente con respiraderos para evitar acumulación de gases, se deben mantener limpios
	LUBRICANTE	ACEITE ENGRANAJE SIN FIN FRIXO F3802-220
<b>LUBRICACIÓN E INSPECCION ACOPLE DE CADENA</b>	OBSERVACIÓN	Si la esclusa presenta transmisión por acople cadena es necesario lubricar
	PRECAUCIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	CONSIDERACIONES	Algunas esclusas presentan transmisión por cadena. Para inspeccionar y lubricar acople, la esclusa debe estar DETENIDA Y BLOQUEADA
	RESPONSABLE	Electromecánico
	LUBRICANTE	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715

Fuente: El autor

Por solicitud del área de seguridad y para hacer más didácticas las fichas de mantenimiento se entrega información de seguridad, con pictogramas propios de cada actividad, como se muestra a continuación.

**Tabla 19. Habladores seguridad.**

<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>
<b>ALTO RIEGO DE ATRAPAMIENTO Y LESIÓN, NO OPERAR SIN GUARDAS</b> <b>NO RETIRAR GUARDAS DEL EQUIPO EN MOVIMIENTO</b>
EN CASO DE ATASCAMIENTO <b>NO INGRESAR LAS MANOS NI ELEMENTOS DENTRO DEL ROTOR</b> , informe a mantenimiento para realizar bloqueo del equipo
<b>NO OLVIDE UTILIZAR SUS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL, LA SEGURIDAD ES COMPROMISO Y RESPONSABILIDAD DE TODOS</b>

Fuente: El autor

Luego de establecidas y socializadas las diferentes actividades y fichas de mantenimiento con el personal de supervisión y personal de seguridad y producción se formula la programación del plan de mantenimiento. En los anexos 5 y 6 se visualizan ejemplos de fichas de mantenimiento generadas.

### **9.5. LUBRICACIÓN EQUIPOS**

Como se revisó anteriormente una de las fallas más recurrentes en los equipos es la falla de componentes por lubricación inadecuada, lo cual genera la necesidad de establecer intervalos de lubricación para los diferentes equipos del proceso; como actividad inicial se realizó el levantamiento de información sobre los lubricantes que se manejan actualmente en la planta tal como se puede apreciar en la tabla 13, en la cual también se puede observar de forma general los equipos en los cuales se utilizan los lubricantes, de los periodos de lubricación, por lo cual se realiza un levantamiento de la información de lubricantes y los puntos en los cuales deben ser aplicados

**Tabla 20. Lubricantes utilizados en planta de proceso.**

LUBRICANTES PLANTA			
PRODUCTO	CODIGO	UNIDAD DE PEDIDO	APLICACIONES
GRASA FRIXO 147	R034021	UNIDAD	todas las chumaceras de la planta
GRASA FRIXO UMP -299	R034026	LIBRAS	Chumaceras bandas de transporte
ACEITE ENGRANAJE SIN FIN FRIXO F3802-460	R034044	GALON	Caja reductora banda recibo AFH
LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	R31118	UNIDAD	Cadenas transmisión
LUBRICANTE FRIXO UMP209 EP	R08122	UNIDAD	pistas secador heil
ACEITE PENETRANTE FRIXO 393	R08126	UNIDAD	trabajos de mto, tornillos ajuste cuchillas secador de levadura
OMALA S2 G220 TAMBOR 1 UN X 209 LTS	R08090	UNIDAD	aceite cajas reductoras en general

Fuente: el autor

Una vez se conocen los diferentes lubricantes empleados en planta se genera la programación de los periodos de lubricación, esto en función del entorno y tipo de trabajo de cada uno de los equipos, se plantean diferentes intervalos de relubricación, teniendo como referencia que en entornos con fuerte riesgo de contaminación y pérdida de lubricante durante el funcionamiento es necesario relubricar más frecuentemente (Lourival Augusto Tavares, 2000). En planta se tienen entornos de alta humedad por lo cual los periodos de lubricación se ajustaron a un menor tiempo. En el anexo 4 se puede consultar la tabla completa de lubricación de planta

**Tabla 21. lubricación equipos sección recibo- línea 2**

SECCION	UNIDAD EQUIPO	PUNTO A LUBRICAR	CANTIDAD	LUBRICANTE	FRECUENCIA	RESPONSABLE
RECIBO AFH	SINFIN FONDO VIVO #2	CHUMACERA	1	GRASA FRIXO UMP -299	CADA 3 DIAS	ELECTROMECHANICO
RECIBO AFH	BAZUCA (SINFIN TRANSVERSAL) #1	CHUMACERA	1	GRASA FRIXO 147	CADA 2 MESES	ELECTROMECHANICO
RECIBO AFH	BAZUCA (SINFIN TRANSVERSAL) #1	CADENA	1	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	SEMANAL	ELECTROMECHANICO
RECIBO AFH	BAZUCA (SINFIN TRANSVERSAL) #2	CADENA	1	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	SEMANAL	ELECTROMECHANICO
MACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1	CHUMACERA	2	GRASA FRIXO 147	CADA 2 MESES	ELECTROMECHANICO
MACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #2	CHUMACERA	2	GRASA FRIXO 147	CADA 2 MESES	ELECTROMECHANICO
MACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE	SINFIN AFH SILO 4 A SECADOR #3	CADENA	1	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	SEMANAL	ELECTROMECHANICO
MACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE	SINFIN DISTRIBUIDOR AFH #3 (SIN FIN TOLVAS)	CADENA	1	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	SEMANAL	ELECTROMECHANICO
MACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE	SINFIN DISTRIBUIDOR AFH #3 (SIN FIN TOLVAS)	CHUMACERA	2	GRASA FRIXO 147	CADA 2 MESES	ELECTROMECHANICO
LINEA 1	PRENSA DE AFH SECADOR #1	CADENA	1	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	SEMANAL	ELECTROMECHANICO
LINEA 1	PRENSA DE AFH SECADOR #1	REDUCTOR	1	SHELL OMALA 220	CADA AÑO	ELECTROMECHANICO
LINEA 1	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1	REDUCTOR	1	SHELL OMALA 220	CADA AÑO	ELECTROMECHANICO
LINEA 1	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #1	CHUMACERA	2	GRASA FRIXO 147	CADA 2 MESES	ELECTROMECHANICO
LINEA 1	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #1	CHUMACERA	2	GRASA FRIXO 147	MENSUAL	ELECTROMECHANICO
LINEA 2	PRENSA DE AFH SECADOR #2	CADENA	1	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715	SEMANAL	ELECTROMECHANICO
LINEA 2	PRENSA DE AFH SECADOR #2	REDUCTOR	1	SHELL OMALA 220	CADA AÑO	ELECTROMECHANICO

Fuente: el autor

## 10. PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO PLANTA

El plan de mantenimiento es el producto del análisis del Pareto de fallas reportadas por el histórico, el análisis de criticidad y las experiencias previas al levantamiento del mismo, partiendo de estas prácticas, se establecen una serie de actividades de mantenimiento las cuales se organizaron dentro de un plan de mantenimiento generalizado para los diferentes equipos clasificados según lo mostrado en la figura 16.

## 10.1. PROGRAMACIONES DE MANTENIMIENTOS CON PERSONAL PLANTA

Las diferentes tareas se organizan y distribuyen en programaciones semanales, mediante las cuales el personal de supervisión y personal de mantenimiento evidencian las diferentes actividades a ejecutar por equipo. En el programa de mantenimiento de tienen programadas varias actividades cuyos responsables son terceros especializados, y para los equipos que durante el levantamiento de información se identificaron con desgaste elevado se programa el mantenimiento mayor.

**Tabla 22. Extracto cronograma de mantenimiento**

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANTA DE SECADO</b>																	
SISTEMAS Y EQUIPOS	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
RECIBO DE AFRECHO HUMEDO																	
TOLVA DE RECIBO AFH																	
SINFÍN FONDO VIVO #1				overhaul													
SINFÍN FONDO VIVO #2	overhaul																
BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #1																	
BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #2																	
BANDA INCLINADA RECIBO AFH																	
TABLERO SECADORES AFH #1																	
TABLERO CONTROL MYCOM																	
TABLERO RECIBO DE AFH																	
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH																	
SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1																	
SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #2																	
SILO AFH #1 (81 TON)																	
SINFÍN AFH SILO 4 A SECADOR #3																	
SINFIN DISTRIBUIDOR AFH #3																	
SISTEMA DE SECADO AFRECHO #1																	
SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1																	
VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #1																	
VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #1																	
ESCLUSA AFS SECADOR #1																	
ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #1																	
CICLON AFS SECADOR #1																	
ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #1																	
FILTRO DE MANGAS SECADOR #1																	
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>																	
MANTENIMIENTO MECANICO TERCERO																	
MTTO MAYOR PROGRAMADO																	
MANTENIMIENTO ELECTRICO																	
RUTINA DE LIMPIEZA, AJUSTE Y LUBRICACION																	
RUTINA LATONERIA Y PINTURA																	
MANTENIMIENTO ELECTRIO																	
RUTA PREDICTIVA																	

Fuente: El autor.

Como se puede observar en la tabla anterior a parte de las actividades propias del personal de mantenimiento de planta, operarios oficios varios y terceros especializados, se tiene programada una ruta de mantenimiento preventivo la cual consiste en lecturas de vibraciones, termografía y ultrasonido de los equipos de la planta y tableros eléctricos, esta actividad es realizada por un tercero especializado, esta actividad se programa cada 4 meses en la compañía,

**Tabla 23. Programación ruta predictiva planta secado**

RUTA PREDICTIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
VIBRACIONES												
TERMOGRAFÍA												
ULTRASONIDO												

Fuente: El autor

## 10.2. PROGRAMACIONES DE MANTENIMIENTOS TERCERIZADOS

La planta de secado utiliza en su proceso equipos a presión, ya que utiliza el vapor para realizar el intercambio de calor y generar la evaporación del exceso de humedad del AFH. El equipo encargado de generar el vapor para proceso es una caldera a carbón de 600 BHP y secadores tipo haz tubular, en los cuales el vapor va dentro de los tubos del haz y el afrecho en la parte externa, por lo cual resulta importante plantear dentro del plan de mantenimiento rutinas de inspección (Luna Anaya, 2018), estos mantenimientos se realizan con firmas especializadas durante los mantenimientos programados a los equipos

Tabla 24. Sección cronograma mtto secador

MATTO (CON TERCEROS) EQUIPOS VAPOR												
EQUIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CALDERA 600 BHP												
SECADOR DE AFERCHO 1												
SECADOR DE AFERCHO 2												
SECADOR DE AFERCHO 3												


Fuente: El autor

Dentro de los mantenimientos tercerizados por ejemplo en el mes de abril se desarrolló el mtto general de la caldera de 600 BHP del cual a continuación se relaciona el resumen junto con la trazabilidad interna del mismo.

### 10.2.1. Información técnica del equipo a intervenir.

Al igual que se realizó con los diferentes equipos del proceso de secado se realiza un levantamiento técnico de la información que se tiene de la caldera de vapor, la cual se relaciona a continuación.

**Tabla 25. información técnica caldera 600BHP**

<b>CALDERA PIROTUBULAR 600 BHP</b>		
	<b>Tipo de Caldera</b>	Pirotubular
	<b>Marca</b>	Caldera JCT
	<b>Modelo</b>	600HBP150PV - 04
	<b>Fecha de Fabricación</b>	sep-04
	<b>Capacidad Máxima</b>	9000 LBV - H
	<b>Presión de vapor de diseño</b>	165 PSI
	<b>Presión de vapor de trabajo máxima</b>	150 PSI
	<b>Tipo de quemador</b>	Parrilla viajera
	<b>Combustible</b>	Carbón mineral

Fuente: el autor

### 10.2.2. Apertura Orden de Trabajo.

Para poder realizar cualquier intervención con una firma contratista externa; mediante el software de mantenimiento, se debe generar una Orden de Trabajo (Lourival Augusto Tavares, 2000), dentro de la cual se incluye toda la información técnica de la intervención, la cual es almacenada en la bitácora del equipo.

En la figura 17, se puede evidenciar esta información, además del número de OT, el estado de la mista y el valor estimado

**Figura. 18. Pantalla Orden de Trabajo.**

**Datos Generales de la O.T.**

O.T. Número:  Estado Actual:  0%

Prioridad:  Seguimiento:

Retrabajo:

---

**Facturación Especial**

Nro. Factura:  Valor Factura:  \$

Forma de Pago:  Días

---

**Descripción / Realimentación**

Descripción de los Trabajos:

1. DESHOLLINADO CALDERA
2. MANTENIMIENTO AL LADO DEL AGUA Y EL VAPOR.
3. MANTENIMIENTO PARRILLA VIAJERA
4. CAMBIO DE RODILLO TRASERO
5. MANTENIMIENTO DE TORNILLO HUMEDO
6. FABRICACION ARCO INTERNO
7. FABRICACION ARCO EXTERNO
8. CAMBIO DE CARBOFRAX Y SELLOS
9. SUMINISTRO Y MONTAJE DE GUILLOTINA
10. REPARACION DE LA TOLVA, ESPALDAR DE LA TOLVA Y ESPALDAR DE ARCO EXTERNO CAMBIO DE COMPUERTAS DE CARBON
11. ANILLO Y MURO ROPELLAMAS

Fuente: MANTUM

- **Asignación de actividades:**

Para este equipo de generación de vapor al igual que los diferentes equipos del proceso de secado se generaron una serie de actividades de mantenimiento las cuales fueron alimentadas en el software como se muestra a continuación.

**Figura. 19. Actividades Orden de Trabajo.**

Actividades de Mantenimiento (A.M.) Asignadas a la O.T.							
Orden	Pre-Requisito	Actividad	Entidad	Tipo	Especialidad	Duración Estimada	
- 1		CAMBIO DE ESLABONES QUEMADOS, PARTIDOS, PINES, ARANDELAS Y VARIAS FUSIBLES Y FUSIBLES	0211000-CAPI-001   CALDERA	Sistemática	Mecánica	8 Hora(s) 0 Min.	
- 2		VERIFICACIÓN ESTADO DE REFRACTARIO Y MUROS CALDERA	0211000-CAPI-001   CALDERA	Sistemática	Mecánica	15 Hora(s) 0 Min.	
- 3		HIDROLAVADO TUBERÍA CALDERA	0211000-CAPI-001   CALDERA	Sistemática	Mecánica	4 Hora(s) 0 Min.	
- 4		CAMBIO DE MANGUERAS AIRE COMPRIMIDO	0211000-CAPI-001   CALDERA	Sistemática	Mecánica	2 Hora(s) 0 Min.	
- 5		REPARACIÓN DE REFRACTARIOS ZONAS AFECTADAS Y MUROS INTERNOS	0211000-CAPI-001   CALDERA	Sistemática	Mecánica	12 Hora(s) 0 Min.	

Entidades (Equipos y/o Locaciones) Asignadas a la O.T.						
Entidad	Estado Inicial	Fecha Inicio Paro	Estado Final	Fecha Fin Paro	Overhaul	
0211000-CAPI-001   CALDERA	Stand By					<input type="checkbox"/>
0211000-CAPI-003   SINFIN HUMEDO CHUT CALDERA 600	En Operación					<input type="checkbox"/>

Fuente: MANTUM

**Figura. 20. Asignación tiempos Orden de Trabajo.**

Tiempos Generales			
Fecha Creación:	31-03-2025 10:59	Fecha Cierre:	
Personal Apertura:	DAVID RICARDO PACHON FORERO	Personal Cierre:	
Duración (Efectiva) de las Intervenciones			
Total Estimada:	61 Horas 0 Minutos	Total Real:	0 Horas 0 Minutos
Tiempos de Mantenimiento			
Fecha Inicio Prog.:	2025-04-05 00:00	Fecha Inicio Real:	
Fecha Fin Prog.:	2025-04-07 13:00	Fecha Fin Real:	

Fuente: MANTUM

Finalizada la actividad el informe es adjuntado a la orden de trabajo para proceder con el cierre de la misma.

**Tabla 26. documentos requeridos para cierre de la ot**  
**DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA CIERRE DE LA OT**

Informe final
correo de autorización
acta de entrega
cotización
Ot abierta

Fuente: Autor

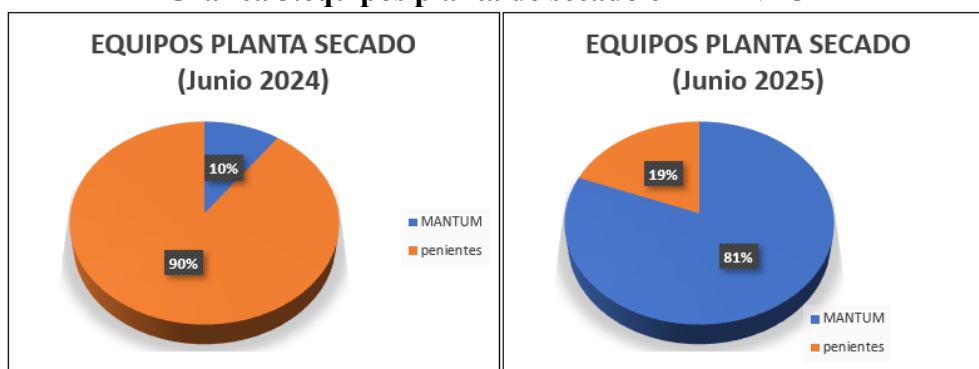
## 11. EVALUACIÓN DE RESULTADOS, DOCUMENTACIÓN SEGUIMIENTO Y AJUSTES

Luego de la estructuración y desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en la planta de secado de afrecho permitió establecer una base técnica de información sólida para la gestión de los activos.

### 11.1. Diligenciamiento hojas de vida equipo en MANTUM.

Dentro del desarrollo de la ejecución de las primeras etapas del proceso señalado en la metodología del presente trabajo, se realizaron las hojas de vida de los equipos, las cuales incluyen las especificaciones técnicas, componentes relevantes y las tareas de mantenimiento asociadas a cada uno.

**Grafica 3. equipos planta de secado en MANTUM**



Fuente: el autor

Se diligenciaron las hojas de vida de 160 equipos en el aplicativo MANTUM, recordando que antes del desarrollo del presente trabajo la planta solo contaba con 20 hojas de vida diligenciadas en la plataforma. El cumplimiento de diligenciamiento al corte del mes de junio se vio afectado por la inclusión de equipos nuevos de algunos proyectos que están en montaje; las actividades de mantenimiento de los equipos también se encuentran en la plataforma, pendiente continuar con la generación de las rutinas de mantenimiento desde el aplicativo.

### 11.2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

En el mes de junio; Siete meses después de comenzar con el desarrollo del plan, se establecieron actividades propias de los diferentes activos, las cuales se han venido migrando a los diferentes equipos que se tienen en MANTUM sin embargo es necesario seguir trabajando en la construcción de las diferentes rutinas de mantenimiento teniendo como base el documento de Excel, a pesar de ello analizando en función de las órdenes de trabajo generadas (241 en total) se tiene un cumplimiento de forma oportuna del 56%, seguido de un 31 % de ejecución inoportuna, la cual hace referencia a trabajos realizados por fuera de tiempos de la programación, esto se debe en mayor parte a la coordinación de tiempos de parada para intervención, y por último se tiene un 13% de ordenes de trabajo que permanecen abiertas.

**Grafica 4. cumplimiento Ot periodo 2025-01-01 Hasta 2025-06-30**

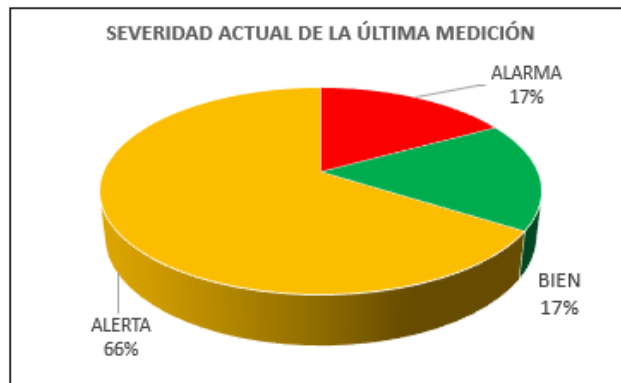


Fuente: MANTUM

### 11.3. Validación e Integración con monitoreo predictivo

En el mes de noviembre se realizó una ruta preventiva la cual se tomará a modo de diagnóstico de los diferentes equipos de la planta antes de la implementación del plan de mantenimiento propuesto. La condición inicial de la planta (Nov 2024) se muestra en la gráfica 5 a través de la cual se puede ver la severidad vibratoria para máquinas según ISO 10816-1. encontrando que la severidad actual de la maquinaria de ese momento es:

**Grafica 5. resultados severidad nov 2024**

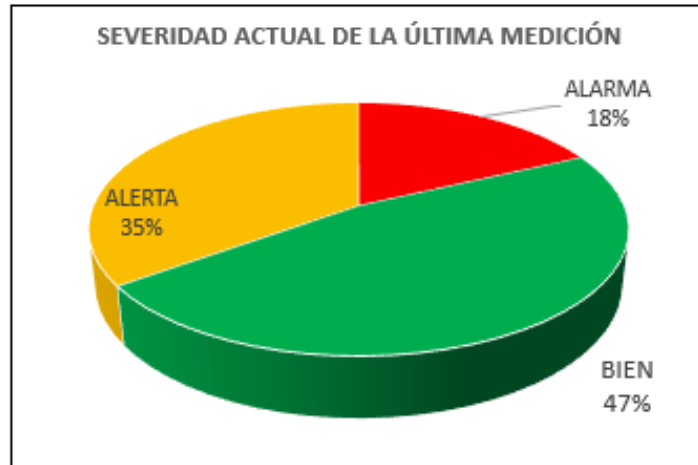


Fuente: informe ruta predictiva (Doc interno).

Al revisar el grafico se observa que el 66% de los equipos se encuentran en condición de Alerta debido a los niveles de vibración reportados, los equipos que aparecen en condición crítica equivalen al 17% dentro de los cuales encontramos los tornillos sinfines de la tolva, esclusas secador, bomba de alimentación caldera, lo cual concuerda con el Pareto de tendencias de falla.

En el mes de mayo; Seis meses después de implementado el plan de mantenimiento, se aprecia una mejoría en los resultados arrojados por la ruta predictiva (grafica 6 mayo 2025), esto debido que se ha realizado intervenciones en los equipos según la programación establecida en el plan de mantenimiento.

**Grafica 6. Resultados severidad May 2025**

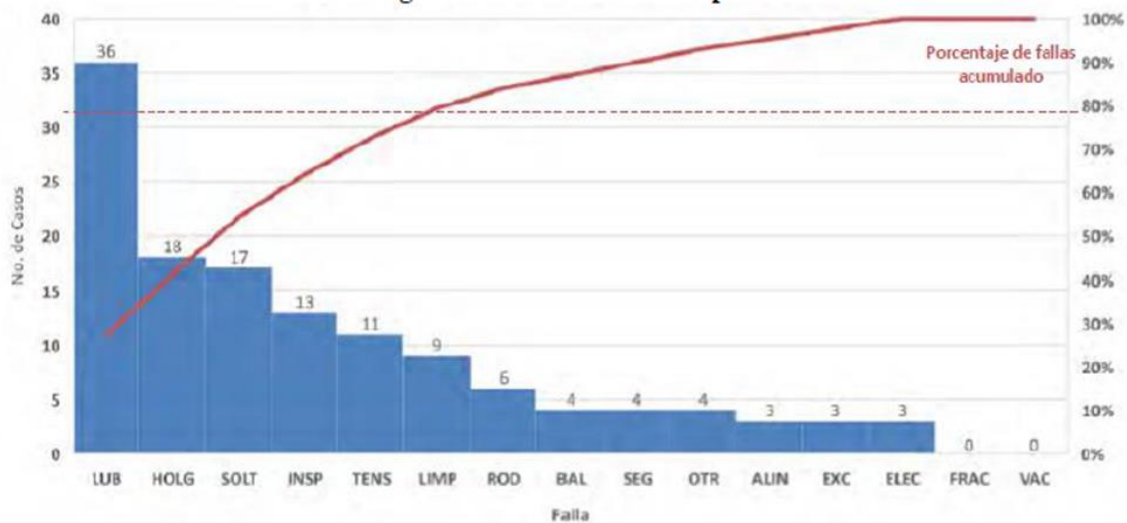


Fuente: Informe ruta predictiva (Doc. interno).

Adicional al análisis realizado anteriormente, del informe predictivo se puede analizar el Pareto de las fallas encontradas durante el proceso de medición.

La condición inicial de la planta (Nov 2024), reporta que las fallas encontradas más significativas se relacionan con lubricación inadecuada, lo cual evidencia la necesidad de mejorar y establecer los periodos de relubricación.

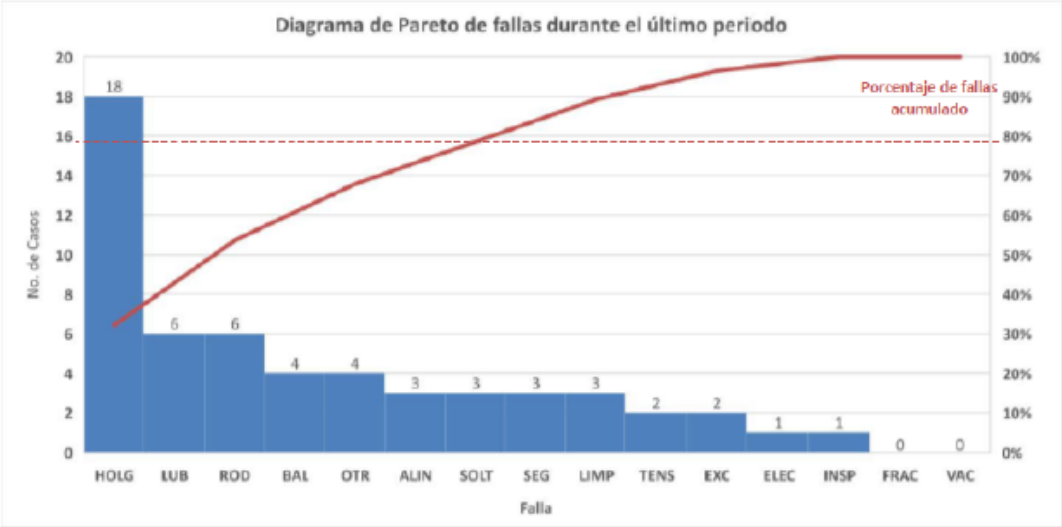
**Grafica 7. Diagrama Pareto de fallas reporte Nov 2024**



Fuente: Informe ruta predictiva (Doc. interno).

En el mes de mayo, seis meses después de trabajar bajo el plan de mantenimiento propuesto, se puede apreciar que las fallas asociadas a problemas de lubricación descendieron a tal punto que ya no aparecen dentro del 80% de las fallas encontradas; durante esta medición la falla que más contribuye al Pareto es la holgura, esto en parte se debe a que durante estos meses hay equipos a los que por programación no se han intervenido en sus elementos motrices.

**Grafica 8. Diagrama Pareto de fallas reporte May 2025**



Fuente: Informe ruta predictiva (Doc. interno).

## 12. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de un plan de mantenimiento preventivo adecuado al contexto operacional de la planta de secado de afrecho.
- Se realizó el inventario y levantamiento de información de los diferentes equipos que componen el proceso de secado, con sus respectivas actividades de mantenimiento, fichas técnicas, la información quedó alimentada en MANTUM.
- Al realizar el estudio de criticidad de los equipos que componen del proceso de secado, se logró jerarquizar los equipos de la planta, identificación y corrección de mal actor, esto teniendo en cuenta el impacto y las consecuencias que tienen en la producción.
- Se determinaron tareas de mantenimiento con el fin de facilitar las intervenciones del personal electromecánico lo cual permitió mejorar la condición de los equipos, la cual se vio reflejado en los análisis de mantenimiento predictivo.

### 13. ANEXOS

#### ANEXO. 1 CLASIFICACIÓN EQUIPOS

codigo	INDUSTRIA	NEGOCIO	INTALACION	PLANTA	SECCION	UNIDAD EQUIPO
0211000-TVAS-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	TOLVA DE RECIBO AFH
0211000-TPSF-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #1
0211000-TPSF-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #2
0211000-TPSF-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #1
0211000-TPSF-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #2
0211000-TPBA-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	RECIBO AFH	BANDA INCLINADA RECIBO AFH
0211000-TPSF-005	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1
0211000-TPSF-006	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN ALIMENTACION SILOS DE AFH #2
0211000-TPSF-106	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN DE RETORNO BANDA AFH
0211000-SIME-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #1 (81 TON)
0211000-SIME-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #2 (81 TON)
0211000-SIME-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #3 (81 TON)
0211000-SIME-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #4 (81 TON)
0211000-TPSF-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN AFH SILO 4 A SECADOR #3
0211000-TPSF-100	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN DISTRIBUIDOR AFH #3 (SIN FIN TOLVAS)
0211000-TVAS-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	TOLVA DE DOSIFICACION AFH SECADOR #1
0211000-TPSF-009	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	PRESA DE AFH SECADOR #1
0211000-REAF-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1
0211000-VECE-006	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #1
0211000-VECE-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #1
0211000-MTRE-016	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	ESCLUSA AFS SECADOR #1
0211000-CICL-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	CICLON AFS SECADOR #1
0211000-SCLU-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #1
0211000-FCMA-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	FILTRO DE MANGAS SECADOR #1
0211000-VECE-009	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 1
0211000-SCLU-012	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 1	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #1
0211000-TVAS-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	TOLVA DE DOSIFICACION AFH SECADOR #2
0211000-TVAS-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	PRESA DE AFH SECADOR #2
0211000-REAF-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #2
0211000-VECE-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #2
0211000-VECE-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #2
0211000-MTRE-018	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	ESCLUSA AFS SECADOR #2
0211000-CICL-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	CICLON AFS SECADOR #2
0211000-SCLU-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #2
0211000-FCMA-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	FILTRO DE MANGAS SECADOR #2
0211000-VECE-010	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 2
0211000-SCLU-013	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 2	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #2
0211000-TVAS-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	TOLVA DE DOSIFICACION AFH SECADOR #3
0211000-TPSF-011	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	PRESA DE AFH SECADOR #3
0211000-REAF-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #3
0211000-VECE-008	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADOR #3
0211000-VECE-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	VENTILADOR DE TRANSPORTE AFS SECADOR #3
0211000-MTRE-020	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	ESCLUSA AFS SECADOR #3
0211000-CICL-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	CICLON AFS SECADOR #3
0211000-SCLU-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #3
0211000-VECE-011	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 3
0211000-FCMA-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	FILTRO DE MANGAS SECADOR #3
0211000-SCLU-014	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	LINEA 3	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #3
0211000-CRIB-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	RESBALADOR DE CARBÓN
0211000-ECNG-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	ELEVADOR DE CARBÓN
0211000-SIME-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	TOLVA DE ALMACENAMIENTO 120 TON CARBON

## ANEXO\_1 CLASIFICACIÓN EQUIPOS (CONTINUACIÓN)

codigo	INDUSTRIA	NEGOCIO	INTALACION	PLANTA	SECCION	UNIDAD EQUIPO
0211000-CAPI-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	TORNILLO HUMEDO
0211000-VECE-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	VENTILADOR INDUCIDO 100 HP
0211000-VECE-005	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	VENTILADOR FORZADO 15 HP
0211000-TBBE-008	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	RED DE VAPOR
0211000-SCLU-010	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	ESCLUSA MULTICICLON CALDERA
0211000-CICL-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	MULTICICLON CALDERA
0211000-FCMA-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	FILTRO DE MANGAS
0211000-SCLU-008	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	ESCLUSAS FILTRO DE MANGAS
0211000-TPTO-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	SINFÍN COLECTOR DE HOLLIN
0211000-TPTO-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	SINFÍN INCLINADO EXTRACTOR DE HOLLIN #1
0211000-TPTO-005	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	SINFÍN INCLINADO EXTRACTOR DE HOLLIN #2
0211000-ECMN-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	ELEVADOR MONOCANGILON DE ESCORIA
0211000-SIME-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	GENERACIÓN DE VAPOR	SILO ALMACENAMIENTO ESCORIA
0211000-TAAA-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 1 (40.000 L)
0211000-TAAA-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 2 (40.000 L)
0211000-TAAA-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 3 (40.000 L)
0211000-HFLW-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE	SISTEMA HIDROFLOW
0211000-TDMD-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	CELDA DE TRANSFORMADOR DE 630KVA
0211000-TDMD-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	SUBSTACION ELECTRICA
0211000-TAAC-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TANQUE ACPM
0211000-GEMO-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	GENERADOR CATERPILLAR
0211000-UPSU-011	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	UPS 110V
0211000-TDCO-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO REGULADA
0211000-TDCO-003	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO ELECTRICO TOLVA DE RECIBO
0211000-TDCO-006	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	CCM SECADOR HEIL
0211000-TDCO-007	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO CONTROL SECADOR HEIL
0211000-TDCO-010	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO ELECTRICO BOMBAS LICOR
0211000-TDCO-013	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO FILTRO DE MANGAS CALDERA
0211000-TDCO-001	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO DE CONTROL CALDERA
0211000-TDCO-014	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO INDUCIDO CALDERA
0211000-TDCO-004	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADORES AFH #1
0211000-TDCO-005	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADORES AFH #2
0211000-TDCO-009	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADORES AFH #3
0211000-TDCO-012	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADOR LEVADURA #3
0211000-TDCO-011	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADOR LEVADURA #2
0211000-TDCO-008	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SINFINES AFH
0211000-COTO-002	ABA	MP	SECADORES	SECADOR TIBITOC	SUMINISTO AIRE COMPRIMIDO	COMPRESOR KAESER AS 20 #1

## ANEXO. 2. FRECUENCIA FALLAS POR BITÁCORA

SECCION	EQUIPO	frecuencia fallas/año 2024
SUMINISTRO AIRE COMPRIMIDO	AQUAMAT	0
RECIBO AFH	BANDA INCLINADA RECIBO AFH	98
RECIBO AFH	BAZUCA (SINFIN TRANSVERSAL) #1	155
RECIBO AFH	BAZUCA (SINFIN TRANSVERSAL) #2	100
GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA 1	20
GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA 2	35
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA DESPACHO LICOR 1	20
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA DESPACHO LICOR 2	20
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR 1	35
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR 2	33
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR DEBAJO DE LA TOLVA DE RECIBO	2
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR LAVADO VOLCOS	2
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR SECADORES AFRECHO - TANQUE LAVADO	1
RECIBO, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE LEVADURA	BOMBA NEUMATICA TANQUES ALMAC - BLONGER	0
RECIBO, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE LEVADURA	BOMBA RECEPCIÓN LVH	0
GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA TANQUE DE CONDENSADOS	1
RECIBO, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE LEVADURA	BOMBA TRASIEGO LVH	0
GENERACIÓN DE VAPOR	CALDERA 600 BHP	10
SUMINISTRO ELECTRICO	CCM SECADOR HEIL	30
SUMINISTRO ELECTRICO	CELDA DE TRANSFORMADOR DE 630KVA	1
LINEA 1	CICLON AFS SECADOR #1	0
LINEA 2	CICLON AFS SECADOR #2	0
LINEA 3	CICLON AFS SECADOR #3	2
SUMINISTRO AIRE COMPRIMIDO	COMPRESOR KAESER AS 20 #1	10
SUMINISTRO AIRE COMPRIMIDO	COMPRESOR KAESER AS 20 #2	9
GENERACIÓN DE VAPOR	ELEVADOR DE CARBON	10
GENERACIÓN DE VAPOR	ELEVADOR MONOCANGILON DE ESCORIA	12
LINEA 1	ESCLUSA AFS SECADOR #1	65
LINEA 2	ESCLUSA AFS SECADOR #2	72
LINEA 3	ESCLUSA AFS SECADOR #3	93
LINEA 1	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #1	20
LINEA 2	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #2	22
LINEA 3	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #3	19
LINEA 1	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #1	0
LINEA 2	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #2	1
LINEA 3	ESCLUSA FILTRO DE MANGAS SECADOR #3	2
GENERACIÓN DE VAPOR	ESCLUSA MULTICICLON CALDERA	0
GENERACIÓN DE VAPOR	ESCLUSAS FILTRO DE MANGAS	10
GENERACIÓN DE VAPOR	FILTRO DE MANGAS	0
LINEA 1	FILTRO DE MANGAS SECADOR #1	6
LINEA 2	FILTRO DE MANGAS SECADOR #2	5
LINEA 3	FILTRO DE MANGAS SECADOR #3	1
SUMINISTRO ELECTRICO	GENERADOR CATERPILLAR	1
GENERACIÓN DE VAPOR	MULTICICLON CALDERA	5
LINEA 1	PRENSA DE AFH SECADOR #1	22
LINEA 2	PRENSA DE AFH SECADOR #2	10
LINEA 3	PRENSA DE AFH SECADOR #3	0
GENERACIÓN DE VAPOR	RED DE VAPOR	2
GENERACIÓN DE VAPOR	RESBALADOR DE CARBON	0
SUMINISTRO AIRE COMPRIMIDO	SECADOR DE AIRE COMPRIMIDO KAESER #1	0
SUMINISTRO AIRE COMPRIMIDO	SECADOR DE AIRE COMPRIMIDO KAESER #2	2
LINEA 1	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1	7
LINEA 2	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #2	9
LINEA 3	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #3	22
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #1 (81 TON)	6
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #2 (81 TON)	0
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #3 (81 TON)	3
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #4 (81 TON)	3
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	SILO ALMACENAMIENTO DE AFRECHO SECO #1 (90 TON)	2
PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	SILO ALMACENAMIENTO DE AFRECHO SECO #2 (70 TON)	1
GENERACIÓN DE VAPOR	SILO ALMACENAMIENTO ESCORIA	1
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN AFH SILO 4 A SECADOR #3	3
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1	20
ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #2	15
LINEA 2	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 2	0
LINEA 3	VENTILADOR INDUCIDO FILTRO DE MANGAS SECADOR # 3	0

### ANEXO. 3 MATRIZ CRITICIDAD



item	SECCION	EQUIPO	frecuencia fallas/año	acumulado	%participacion de las fallas	%acumulado	frecuencia	operacional	flexibilidad	costo mtto	impacto y ambiente	riesgo seg	jerarquización
1	RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #1	75	75	11.26%	11.26%	5	4	4	5	3	120	MUY ALTA
4	RECIBO AFH	SINFÍN FONDO VIVO #2	62	137	9.31%	20.57%	5	4	4	5	3	120	MUY ALTA
38	GENERACIÓN DE VAPOR	CALDERA 600 BHP	8	145	1.20%	21.77%	3	4	5	5	4	87	ALTA
5	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO ELECTRICO TOLVA DE RECIBO	50	195	7.51%	29.28%	4	3	5	3	1	76	MEDIA
6	GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA 2	45	240	6.76%	36.04%	4	2	4	5	1	56	MEDIA
9	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR 2	33	273	4.95%	40.99%	3	3	3	5	4	54	MEDIA
29	RECIBO AFH	BANDA INCLINADA RECIBO AFH	12	285	1.80%	42.79%	2	4	5	5	1	52	MEDIA
7	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR 1	35	320	5.26%	48.05%	3	3	3	5	1	45	BAJA
10	LINEA 3	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #3	33	353	4.95%	53.00%	3	2	4	5	2	45	BAJA
13	LINEA 1	PRENSA DE AFH SECADOR #1	22	307	3.30%	46.10%	3	2	4	5	1	42	BAJA
16	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA DESPACHO LICOR 2	23	23	3.45%	3.45%	4	1	3	2	4	36	BAJA
11	SUMINISTO ELECTRICO	CCM SECADOR HEIL	30	53	4.50%	7.96%	3	2	3	2	2	30	BAJA
16	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA DESPACHO LICOR 2	23	376	3.45%	56.46%	4	1	3	2	4	36	BAJA
73	SUMINISTO ELECTRICO	CELDA DE TRANSFORMADOR DE 630KVA	1	24	0.15%	3.60%	1	4	5	5	4	29	BAJA
22	LINEA 1	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #1	19	43	2.85%	6.46%	2	2	4	5	1	28	BAJA
43	GENERACIÓN DE VAPOR	TORNILLO HUMEDO	6	49	0.90%	7.36%	1	4	5	5	2	27	BAJA
79	SUMINISTO ELECTRICO	SUBESTACION ELECTRICA	1	50	0.15%	7.51%	1	4	5	3	3	26	BAJA
8	LINEA 3	ESCLUSA AFS SECADOR #3	33	83	4.95%	12.46%	3	2	3	1	1	24	BAJA
24	LINEA 2	PRENSA DE AFH SECADOR #2	17	100	2.55%	15.02%	2	2	3	5	1	24	BAJA
70	GENERACIÓN DE VAPOR	VENTILADOR INDUCIDO 100 HP	2	102	0.30%	15.32%	1	4	3	5	4	21	BAJA
2	LINEA 2	ESCLUSA AFS SECADOR #2	72	174	10.81%	26.13%	5	2	1	1	1	20	MUY BAJA
3	LINEA 1	ESCLUSA AFS SECADOR #1	65	239	9.76%	35.89%	5	2	1	1	1	20	MUY BAJA
15	GENERACIÓN DE VAPOR	BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA 1	20	259	3.00%	38.89%	2	2	2	5	1	20	MUY BAJA
18	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #1	20	279	3.00%	41.89%	2	2	2	3	3	20	MUY BAJA
83	GENERACIÓN DE VAPOR	VENTILADOR FORZADO 15 HP	1	280	0.15%	42.04%	1	4	3	3	4	19	MUY BAJA
31	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO ELECTRICO BOMBAS LICOR	12	292	1.80%	43.84%	2	2	2	2	3	18	MUY BAJA
26	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA DESPACHO LICOR 1	13	305	1.95%	45.80%	2	3	1	2	3	16	MUY BAJA
57	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR DEBAJO DE LA TOLVA DE RECIBO	2	307	0.30%	46.10%	1	3	3	5	2	16	MUY BAJA
14	RECIBO AFH	BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #1	20	327	3.00%	49.10%	2	2	2	2	1	14	MUY BAJA
37	LINEA 2	SECADOR HAZ TUBULAR AFH #2	9	336	1.35%	50.45%	1	2	4	5	1	14	MUY BAJA
48	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO INDUCIDO CALDERA	4	340	0.60%	51.05%	1	4	2	2	3	13	MUY BAJA
12	LINEA 2	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #2	22	362	3.30%	54.35%	3	2	1	1	1	12	MUY BAJA
17	LINEA 1	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #1	24	386	3.60%	57.96%	3	2	1	1	1	12	MUY BAJA
28	RECIBO AFH	BAZUCA (SINFÍN TRANSVERSAL) #2	12	398	1.80%	59.76%	2	3	1	2	1	12	MUY BAJA
19	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADORES AFH #1	20	418	3.00%	62.76%	2	2	1	2	1	10	MUY BAJA
23	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADORES AFH #3	17	435	2.55%	65.32%	2	2	1	2	1	10	MUY BAJA
27	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO CONTROL SECADOR HEIL	12	447	1.80%	67.12%	2	3	1	1	1	10	MUY BAJA
30	GENERACIÓN DE VAPOR	ELEVADOR MONOCANGILON DE ESCORIA	12	459	1.80%	68.92%	2	1	2	2	1	10	MUY BAJA
42	RECIBO AFH	TOLVA DE RECIBO AFH	6	465	0.90%	69.82%	1	2	3	2	1	9	MUY BAJA
20	LINEA 3	ESCLUSA CICLON AFS SECADOR #3	19	484	2.85%	72.67%	2	2	1	1	1	8	MUY BAJA
21	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO SECADORES AFH #2	19	503	2.85%	75.53%	2	2	1	1	1	8	MUY BAJA
25	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN ALIMENTACION SILOS DE AFH #2	15	518	2.25%	77.78%	2	2	1	1	1	8	MUY BAJA
35	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO DE CONTROL CALDERA	10	528	1.50%	79.28%	1	4	1	2	2	8	MUY BAJA
45	GENERACIÓN DE VAPOR	MULTICICLON CALDERA	5	533	0.75%	80.03%	1	2	1	2	4	8	MUY BAJA
61	GENERACIÓN DE VAPOR	RED DE VAPOR	2	535	0.30%	80.33%	1	2	2	1	3	8	MUY BAJA
76	SUMINISTO ELECTRICO	GENERADOR CATERPILLAR	1	536	0.15%	80.48%	1	1	3	2	3	8	MUY BAJA
32	SUMINISTO AIRE COMPRIMIDO	COMPRESOR KAESER AS 20 #1	10	546	1.50%	81.98%	1	2	1	4	1	7	MUY BAJA
39	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFÍN DE RETORNO BANDA AFH	7	553	1.05%	83.03%	1	1	2	3	2	7	MUY BAJA
65	SUMINISTO ELECTRICO	TABLERO FILTRO DE MANGAS CALDERA	2	555	0.30%	83.33%	1	2	2	1	2	7	MUY BAJA
41	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SILO AFH #1 (81 TON)	6	561	0.90%	84.23%	1	1	1	2	3	6	MUY BAJA
47	ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE AFH	SINFIN DISTRIBUIDOR AFH #3 (SIN FIN TOLVAS)	4	565	0.60%	84.83%	1	2	2	1	1	6	MUY BAJA
58	PRODUCTO TERMINADO Y LICOR DE AFH	BOMBA LICOR LAVADO VOLCOS	2	567	0.30%	85.14%	1	1	1	2	3	6	MUY BAJA
33	GENERACIÓN DE VAPOR	ELEVADOR DE CARBÓN	10	577	1.50%	86.64%	1	2	1	2	1	5	MUY BAJA



# ANEXO. 5. FICHA MANTENIMIENTO TORNILLO SINFIN

LOGO		FICHA MANTENIMIENTO		Código:
EQUIPO		TORNILLO SINFIN		Versión: N° 01
				Página: 1 de 10
				
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>LIMPIEZA EXTERNA</b>	OBSERVACIÓN	El op con ayuda de un cepillo debe realizar limpieza externa		
	PRECAUCIONES	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento limpiar con guarda puesta La superficie del equipo puede presentar alta temperatura		
	CONSIDERACIONES	Se puede realizar limpieza en seco, o con agua, tener precaución con sensores y bornera motor esta puede generar compactación del producto		
<b>LIMPIEZA INTERNA</b>	RESPONSABLE	En caso que el reductor tenga acople o transmisión por cadena, debe tener guarda, NO OPERAR SIN GUARDAS		
	OBSERVACIÓN	Op producción, op oficios varios		
	PRECAUCIÓN	El op con ayuda de un cepillo e hidrolavadora se debe realizar limpieza interna		
<b>PINTURA</b>	CONSIDERACIONES	El equipo debe estar bloqueado antes de realizar la intervención		
	RESPONSABLE	el afrecho acumulado puede causar generación de homgos y degradación del producto		
	OBSERVACIÓN	Al limpiar el sinfin, prestar atención ala superficie de la helice puede tener filos cortantes		
<b>LUBRICACIÓN CHUMACERAS</b>	PRECAUCIÓN	Op producción, op oficios varios		
	OBSERVACIÓN	Aplicar con brocha o pntura, utilizando los EPP		
	CONSIDERACIONES	El equipo debe estar detenido en caaso q se requiera pintar la guarda		
<b>LUBRICACIÓN CADENA</b>	RESPONSABLE	se debe aplicar la pintura correspondiente, asegurando eviar salpicaduras en piso y otras partes del equipo		
	OBSERVACIÓN	Op producción, op oficios varios		
	PRECAUCIÓN	antes de Lubricar la chumacera se debe inspeccionar y limpiar		
<b>LUBRICACIÓN E INSPECCION CAJA REDUCTORA</b>	OBSERVACIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento		
	CONSIDERACIONES	Alguno sinfines presentan prensaestopa, se debe revisar si presenta fuga y ajustar.		
	RESPONSABLE	Electromecánico		
<b>LUBRICACIÓN E INSPECCION ACOPLA DE CADENA</b>	LUBRICANTE	GRASA FRIXO 147		
	OBSERVACIÓN	Si el equipo presenta transmisión por piñón cadena es necesario lubricar		
	PRECAUCIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento		
<b>INSPECCION, GIRADO, AJUSTE O CAMBIO DE BUJE</b>	CONSIDERACIONES	si la guarda tiene abertura que permita lubricar se debe relizar por esta zona, en caso que requiera retirar guarda, el equipo debe estar bloqueado, no lubricar cadenas en movimiento		
	RESPONSABLE	Electromecánico		
	LUBRICANTE	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715		
<b>CAMBIO EMPAQUETADURA</b>	OBSERVACIÓN	la caja reductora debe contar con el nivel indicado en el manual del equipo de acuerdo a la posición de instalación		
	PRECAUCIÓN	Antes de realizar la inspección asegurese que el equipo esta detenido, limpie la superficie de la caja y mirilla, en caso que tenga que retirar la tapa superior evitar la entrada de objetos extraños, al ajustar revisar estado del emaque de la integridad y ajuste del mismo depende la ocurrencia de fugas de lubricante		
	CONSIDERACIONES	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	RESPONSABLE	Si el eqipo requiere nivelación del volumen de lubricante utilice las herrmanienta apropiadas para esta actividad		
	LUBRICANTE	Para inspeccionar y lubricar acople, el sinfin debe estar DETENIDO Y BLOQUEADO		
	OBSERVACIÓN	se debe revisar que la caja cuente con respiraderos para evitar acumulacion de gases, se deben mantener limpios		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	PRECAUCIÓN	ACEITE ENGRANAJE SIN FIN FRIXO F3802-220		
	CONSIDERACIONES	Si el equipo presenta transmisión por acople cadena es necesario lubricar		
	RESPONSABLE	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	LUBRICANTE	Algunas sinfines presentan transmisión por cadena.		
	OBSERVACIÓN	Para inspeccionar y lubricar acople, el sinfin debe estar DETENIDO Y BLOQUEADO		
	PRECAUCIÓN	Electromecánico		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	CONSIDERACIONES	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715		
	RESPONSABLE	Si el equipo presenta colgantes a lo largo de su eje, es necesario revisar el esta de los mismos, se pueden girar o si el desgaste de la pieza lo amerita proceder con el cambio		
	LUBRICANTE	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	OBSERVACIÓN	Algunas sinfines presentan colganes por la longitud de su eje, actualmente se manejan en bronce y baquelita.		
	PRECAUCIÓN	Para inspeccionar y ajustar colgante, el sinfin debe estar DETENIDO Y BLOQUEADO		
	CONSIDERACIONES	Electromecánico		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	RESPONSABLE	Buje bipartido en bronce o baquelita		
	PRECAUCIÓN	Si el equipo presenta fugas entre tapa y cnoa y no permite el ajuste de tornillería, se debe cambiar la empaquetadura		
	CONSIDERACIONES	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento, no operar sin tapas		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	OBSERVACIÓN	Algunas sinfines presentan prensa estopas, si la mordaza no permite ajuste, proceder con el cambio de la empaqueradura		
	PRECAUCIÓN	el pegado del empaque se debe realizar utilizando los EPP correspondientes.		
	CONSIDERACIONES	Electromecánico		
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	RESPONSABLE	Caucho espuma 1.25 in x 1/8mm, si tiene prensa estopa aplicar cordón grafitado de 1/2"		
	TIPO EMPAQUE			
<b>ALTO RIEGO DE ATRAPAMIENTO Y LESIÓN. NO OPERAR SIN GUARDAS, O SIN TAPAS</b>				
<b>NO RETIRAR GUARDAS NI TAPAS DEL EQUIPO EN MOVIMIENTO</b>				
EN CASO DE ATASCAMIENTO NO INGRESAR LAS MANOS NI ELEMENTOS DENTRO DEL SINFIN, informe a mantenimiento para realizar bloqueo del equipo				
				
<b>NO OLVIDE UTILIZAR SUS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL, LA SEGURIDAD ES COMPROMISO Y RESPONSABILIDAD DE TODOS</b>				

## ANEXO. 6 FICHA MANTENIMIENTO BANDAS TRANSPORTADORAS

LOGO	FICHA MANTENIMIENTO	Código: Versión: N° 01 Página: 1 de 10
EQUIPO	BANDA TRANSPORTADORA	
		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>LIMPIEZA EXTERNA CHAZIS</b>	OBSERVACIÓN	El op con ayuda de un cepillo debe realizar limpieza externa
	PRECAUCIONES	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento limpiar con guarda puesta motor, si se aplica agua, evitar dirigir chorro de agua cara interna de la banda puede generar patinado de banda al arrancar el equipo
	CONSIDERACIONES	En caso que el reductor tenga acople o transmisión por cadena, debe tener guarda, NO OPERAR SIN GUARDAS
	RESPONSABLE	Op producción, op oficinas varios
<b>LIMPIEZA INTERNA (RODILLOS Y ESTACIONES)</b>	OBSERVACIÓN	El op con ayuda de un cepillo e hidrolavadora se debe realizar limpieza interna
	PRECAUCIÓN	El equipo debe estar bloqueado antes de realizar la intervención
	CONSIDERACIONES	El afrecho acumulado puede causar deterioro de la banda y componentes, se debe retirar en su totalidad
	RESPONSABLE	Op producción, op oficinas varios
<b>PINTURA</b>	OBSERVACIÓN	Aplicar con brocha o pintura, utilizando los EPP
	PRECAUCIÓN	evitar rociar la banda con pintura o catalizadores
	CONSIDERACIONES	se debe aplicar la pintura correspondiente, asegurando evitar salpicaduras en piso y otras partes del equipo
	RESPONSABLE	Op producción, op oficinas varios
<b>LUBRICACIÓN CHUMACERAS</b>	OBSERVACIÓN	antes de Lubricar la chumacera se debe inspeccionar y limpiar
	PRECAUCIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	CONSIDERACIONES	las chumaceras tensoras deben tener pin de seguridad, el tensor debe estar bien ajustado.
	RESPONSABLE	Electromecánico
<b>LUBRICACIÓN CADENA</b>	LUBRICANTE	GRASA FRIXO UMP -299
	OBSERVACIÓN	Si el equipo presenta transmisión por piñón cadena es necesario lubricar
	PRECAUCIÓN	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	CONSIDERACIONES	si la guarda tiene abertura que permita lubricar se debe relizar por esta zona, en caso que requiera retirar guarda, el equipo debe estar bloqueado, no lubricar cadenas en movimiento
<b>LUBRICACIÓN E INSPECCION CAJA REDUCTORA</b>	RESPONSABLE	Electromecánico
	LUBRICANTE	LUBRICANTE PARA CADENA FRIXO 715
	OBSERVACIÓN	la caja reductora debe contar con el nivel indicado en el manual del equipo de acuerdo a la posición de instalación
	PRECAUCIÓN	Antes de realizar la inspección asegurese que el equipo esta detenido, limpie la superficie de la caja y mirilla, en caso que tenga que retirar la tapa superior evitar la entrada de objetos extraños, al ajustar revisar estado del empaque de la integridad y ajuste del mismo depende la ocurrencia de fugas de lubricante
<b>CAMBIO EMPAQUETADURA</b>	CONSIDERACIONES	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento
	RESPONSABLE	Si el equipo requiere nivelación del volumen de lubricante utilice las herramientas apropiadas para esta actividad
	LUBRICANTE	Para inspeccionar y lubricar acople, el sinfín debe estar DETENIDO Y BLOQUEADO
	OBSERVACIÓN	se debe revisar que la caja cuente con respiraderos para evitar acumulacion de gases, se deben mantener limpios
<b>TENSIONADO Y CENTRADO DE BANDA</b>	PRECAUCIÓN	ACEITE ENGRANAJE SIN FIN FRIXO F3802-220
	CONSIDERACIONES	Si el equipo presenta derrame de producto por los laterales, es necesario realizar el cambio de los barredores
	RESPONSABLE	El equipo presenta partes en movimiento, riesgo de atrapamiento, no operar sin guardas
	TIPO EMPAQUE	Dejar un margen de 3 a 5 mm entre la banda y el barredor, para evitar desgaste prematuro de la banda
<b>CAMBIO RODILLOS DE CARGA Y RETORNO</b>	RESPONSABLE	Electromecánico
	OBSERVACIÓN	Banda 2 lonas de 10cm por el largo requerido
	PRECAUCIÓN	Para el correcto funcionamiento del equipo la banda debe permanecer totalmente centrada en relación al chazis
	CONSIDERACIONES	Un mal tensionado o centrado de la banda puede generar deterioro prematuro del componente
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>	CONSIDERACIONES	Al ajustar se debe aplicar la tensión requerida, no sobretrunque los tensores
	RESPONSABLE	Electromecánico
	HERRAMIENTA	Llave boca fija de 1 1/2" y ACEITE PENETRANTE FRIXO 393
	OBSERVACIÓN	Si luego de realizar el lavado e la banda se encuentran rodillos frenados o en mal estado es necesario realizar el cambio de los mismos
<b>NO OLVIDE UTILIZAR SUS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL, LA SEGURIDAD ES COMPROMISO Y RESPONSABILIDAD DE TODOS</b>	PRECAUCIÓN	los rodillos en mal estado pueden tener filos sobre la superficie que pueden generar cortes
	CONSIDERACIONES	un rodillo en mal estado puede generar daño irreversible en la banda, si la banda no mantiene el centrado, puede ser caudado por rodillos frenados
	RESPONSABLE	Electromecánico
	REPUESTO	RODILLOS DE CARGA Y RETORNO
<b>INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>		
NO INTERVENGA EL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO ALTO RIEGO DE ATRAPAMIENTO Y LESIÓN, NO OPERAR SIN GUARDAS		
NO RETIRAR GUARDAS DEL EQUIPO EN MOVIMIENTO		
EVITE APLICAR AGUA SOBRE LA SUPERFICIE INTERIOR DE LA BANDA, LA BANDA SE PUEDE PATINAR		
		
<b>NO OLVIDE UTILIZAR SUS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL, LA SEGURIDAD ES COMPROMISO Y RESPONSABILIDAD DE TODOS</b>		

## BIBLIOGRAFÍA

- Briseño Guevara, Juan Carlos; Torres Orjuela, Andres Felipe;. (2017). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVOS A EQUIPOS DEL PROCESO DE COQUIZACIÓN DE LA EMPRESA C.I. CARBOCO QUE S.A.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- CALIDAD FINCA SAS. (s.f.). *CONDICIONES GENERALES AFRECHO. MOSQUERA: FINCA SAS.*
- Ferrari, J. L., Villagra, E. S., Caballero, V. J., Deluchi, S. G., & Orden, L. (2019-12 de 2019). *UTILIZACIÓN DE BAGAZO DE CEBADA Y PELLETS REFORMULADOS CON MAÍZ.* Obtenido de Presencia 30 (72): <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/6670>
- García Garrido, S. (2003). *ORGANIZACIÓN Y GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO.* MADRID: ediciones Díaz de Santos.
- Ivan Dario Gómez Lozano. (2006). *Introduccion al mantenimiento estratgico.* Bogota: universidad libre.
- La Efectividad de las actividades de manteniemiemo. (febrero de 2016). *Predictiva21*, págs. 34-37.
- Lora moreno, M. A., & Perez Calderon , H. A. (2010). *plan de implementacion de un programa de mantenimiento con enfoque cmd en la empresa gravillera albania s.a. y su influencia en los costos de mantenimiento.* Bucaramanga: universidad industrial de santander.
- Lourival Augusto Tavares. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento.* Brasil: NOVO POLO PUBLICACIONES.
- Luna Anaya, F. A. (2018). *diseño y propuesta de implementacion de un plan de mantenimiento basado en la metodologia RCM para los equipos de transporte a granel en plantas de concentrados.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Martinez Neira, D. A., & Vega Saenz, E. (2006). *implementacion del progrma de mantenimiento preventivo en PROCAMPEON LTDA.* bogota: universidad libre.
- MORA LUIS ALBERTO . (2009). *MANTENIMIENTO. PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL.* Mexico DF: ALFAOMEGA.
- Romero Ballestas, H. A. (2012). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE LA EMPRESA GENERAL RIGS SERVICES S.A.* bucarananga: universidad industrial de santander.
- Víctor D. Manríquez. (17 de junio de 2019). *Predictiva 21.* Obtenido de <https://predictiva21.com/diagrama-pareto>