



Escuela de Ingeniería
Ingeniería Civil Mecánica

**Plan de mantenimiento para equipos críticos de planta de alimentos balanceados
La estrella, Agrosuper**

Fernando Ruz Soto
Profesor Guía: Deny González

Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico

Rancagua, Chile
Julio de 2024

Agradecimientos

A mi Familia, en especial a mis padres por su apoyo incondicional, sobre todo en los momentos más difíciles.

A mis amigos, que siempre estuvieron presentes en las buenas y en las malas, a quienes también considero como familia.

En el presente trabajo, se plasman las labores realizadas a través de la pasantía llevada a cabo en la planta de producción de alimentos balanceados de La Estrella.

Índice

Resumen	3
Introducción	3
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
1. Estado del arte	6
1.1 Descripción de procesos	6
1.1.1 Recepción y almacenado.	6
1.1.2 Molienda.	7
1.1.3 Dosificación.	7
1.1.4 Peletizado y Despacho.	8
2. Marco teórico	10
2.4 Análisis de criticidad	12
2.4.3 Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)	13
3. Marco Metodológico	15
3.1 Tipo de mantenimiento plan de mantenimiento a realizar	15
3.2 Consideraciones	15
4. Análisis de resultados.	17
4.1 Equipos para planificación	17
4.1.1 Zaranda Rotex 522 GP.	17
4.1.2 Tolva de pesaje MIDI-Ingredientes.	17
4.1.3 Tolva de pesaje MICRO-Ingredientes.	18
4.1.4 Tolva de pesaje NANO-Ingredientes.	18
4.1.7 Báscula de flujo Jesma JesIntake 2000.	19
Características (Jesma, 2023):	19
4.1.8 Limpiador Magnetico Goudsmit SPEA001067.	20
4.1.9 Limpiador Magnetico Goudsmit SPAA001066.	21
4.1.10 Poeth Spot Filter.	22
4.1.10.1 (Poeth, 2018) (Poeth, 2020) Modelo KMH 4/20/R15:	22
4.1.10.1 Modelo KMH 4/15/R12:	22
4.1.10.1 Modelo KMH 4/15/R12:	22

4.1.11 Rosco Barredor Morillon.	23
4.2 Discusión de resultados	23
4.2.2 Análisis de criticidad y AMEF	23
4.2.2.1 Análisis de criticidad.	23
4.2.1 Mantenimiento preventivo.	41
Conclusiones	44
Referencias bibliográficas	46
Anexos	47

Resumen

En el presente trabajo se han documentado las tareas y acciones realizadas durante la pasantía realizada en la planta de producción de alimentos balanceados de La Estrella, perteneciente a la empresa Agrosuper.

Las acciones realizadas en este trabajo se llevaron a cabo siguiendo los objetivos establecidos en la presentación del informe y que se desarrollarán a lo largo del mismo.

El objetivo principal corresponde a la elaboración de un plan de mantenimiento integral para equipos de transporte de granos y producción de pellet, que puede separarse en objetivos específicos, en este caso, la recopilación de datos de los equipos asignados, la elaboración de un análisis de criticidad y un análisis de modo y causa de falla, para luego elaborar un plan de mantenimiento preventivo en dichos equipos.

Todos estos procedimientos deben estar sustentados bajo metodologías avaladas por normas y datos obtenidos de proyectos similares, además deben ceñirse a los requerimientos solicitados por la empresa.

Finalmente se discutieron los resultados y se realizó una conclusión en base a los resultados del desarrollo del trabajo.

Introducción

El trabajo se basó en la elaboración de un plan de mantenimiento integral a equipos críticos de los que no se disponían datos de planes anteriores debido a que se trata de equipos implementados por primera vez.

El objetivo final es la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo siguiendo las metodologías de la empresa, procurando cumplir los objetivos establecidos en el inicio del trabajo, para esto es necesario llevar a cabo una serie de análisis a los equipos, respetando normas y teniendo procedimientos llevados a cabo en la industria para la elaboración de planes en situaciones similares.

Finalmente, se elaboraron conclusiones siguiendo los objetivos específicos y teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir del trabajo con la finalidad de evaluar hasta qué punto se cumplieron los objetivos establecidos.

Problemática y propuesta de solución

En la actualidad, la planta de producción de alimentos balanceados de La Estrella, ubicada en la comuna de La estrella; Región del Libertador Bernardo O'Higgins, se encuentra en proceso de puesta en marcha, por lo que su producción es reducida y pausada con relación a lo que se espera en el momento de que se comiencen a realizar faenas con turnos y capacidades normales que en este caso se estima en 45.000 toneladas mensuales. Una de las principales problemáticas que se tienen son referentes a los planes de mantenimiento de ciertos equipos, ya que si bien la planta tiene procesos similares a las demás instalaciones de este tipo construidas por Agrosuper, y que además ya se tienen antecedentes y planes de mantenimiento para algunos procesos de producción, existen algunos equipos que se están implementando por primera vez por lo que no se tienen antecedentes ni planes de mantenimiento existentes o provenientes de antecedentes de otras plantas para dichos equipos.

Teniendo en cuenta este problema, la pasantía que se está llevando a cabo tendrá como objetivo la realización de una propuesta para el plan de mantenimiento preventivo para una serie de equipos de carácter crítico. Cuya finalidad es satisfacer todos los aspectos que permitan realizar un correcto mantenimiento que garantice un funcionamiento óptimo y la mayor vida útil posible del equipo.

Como etapa inicial de la propuesta se hará una recopilación de información proporcionada por el fabricante de los equipos con respecto a las características, componentes, parámetros de funcionamiento, recomendaciones de uso e indicaciones de mantenimiento, además de la información obtenida a través de literatura de los equipos, también se realizarán observaciones en terreno de los equipos con el objetivo de tener una noción más directa en lo que se refiere al funcionamiento y características de los componentes que forman los equipos, además de identificar posibles puntos de mantenimiento que pueden no venir indicados en la literatura de los equipos.

Para finalizar, se realizó un análisis de criticidad de los equipos evaluados, incluyendo un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) que sirvió de base al Plan de mantenimiento de los equipos.



Figura 1. Ubicación de planta, fuente: Google maps.

Objetivo General

Elaborar Plan de mantenimiento integral de los equipos de transporte de granos y producción de pellet.

Objetivos Específicos

Recopilar información técnica disponible sobre los equipos de transporte de grano y sus componentes.

Elaborar análisis de criticidad sobre los equipos de transporte de grano.

Realizar análisis de modo y efecto de falla (AMEF) en los equipos de transporte.

Elaborar plan de mantenimiento preventivo de equipos involucrados.

1. Estado del arte

1.1 Descripción de procesos

Como norma general todos los procesos tienen una serie de subprocesos a desarrollar por lo que para entender de manera completa el funcionamiento de la planta, se dará una breve explicación de los procesos y sus correspondientes subprocesos llevados a cabo:

1.1.1 Recepción y almacenado.

- Descarga: La descarga de la materia prima (Soya y Maíz) se realiza a través de una rampa volcadora para el caso de los camiones con descarga trasera, en caso de que el camión presente la posibilidad de descarga inferior, se opta por una fosa estática de recepción.
- Transporte: A través de toda la planta el producto es distribuido a través de transportadores y elevadores de cadena. Para evitar la polución (ya que el polvo desprendido por el grano es inflamable) se tienen una serie de filtros que extraen el polvo que se desprende del grano. En esta etapa los transportadores y elevadores distribuyen las materias primas a sus diferentes destinos, en este caso, silos para maíz y bodegas para la soya.
- Limpieza: Por lo general la materia prima suele traer impurezas, por lo que debe realizarse un proceso de limpieza para eliminar partículas y piezas metálicas que puedan causar daños en los equipos de producción, y también se debe eliminar cualquier impureza proveniente del propio origen de la materia prima (hojas, ramas, cáscaras, etc..), esto se realiza a través de un limpiador rotativo que elimina cualquier impureza con un tamaño mayor a la granulometría del grano.
- Almacenamiento en Bodega mecanizada: Esta bodega es la encargada de almacenar la soya, consta de una serie de transportadores y compuertas que permiten la distribución a través del largo de la bodega que posee 5 bahías de descarga.
- Almacenamiento en Silos: En este caso son los encargados de almacenar el maíz, se cargan a través de transportadores y compuertas, y su descarga es por una serie de compuertas inferiores y un rosco barredor que permite la descarga uniforme y el aprovechamiento total del maíz.
- Pesaje de control : Para lograr un flujo óptimo de materia prima, se debe realizar un control de la materia que se transporta para el proceso y así evitar atoches ya que estos

pueden derivar en fallas más graves, estas tolvas poseen compuertas que permiten llevar un flujo controlado a través del peso del producto (Ver anexo 1).

1.1.2 Molienda.

- Pesaje pre-molienda: En este proceso se implementan tolvas de carga, las que se encargan de tomar el grano que llega desde el área de almacenamiento para su posterior molienda, a medida que se necesita producto para molienda, se va descargando a otra serie de tolvas más pequeñas que controlan el flujo de entrada a los molinos.

- Molienda en Molino de martillo: Los equipos que llevan a cabo este proceso son los molinos de martillo, estos molinos se encargan de romper el grano, su funcionamiento está basado en un motor eléctrico conectado a un rotor con martillos que golpean y rompen el grano, por el mismo efecto del golpe que recibe el grano, el material molido es lanzado hacia un tamiz que permite el paso del material que cumpla con la granulometría requerida, este molino se utiliza cuando la dieta a preparar requiera que el nivel de molido no sea demasiado fino.

- Molienda en Molino de rodillos: Este proceso de molienda es realizado por los molinos de rodillos, dichos rodillos permiten una molienda más fina en comparación con la molienda por molinos de martillo, ya que existen dietas que requieren de una molienda fina, su funcionamiento se basa en, como su nombre lo indica, una serie de rodillos que muelen el grano, en este caso se pasa por tres series de rodillos que van moliendo hasta lograr el grado de molienda deseado.

- Pesaje post-molienda: Esta etapa se lleva a cabo por tolvas de pesaje, que son las que controlan el flujo de producto después de que se haya completado la molienda, al igual que las tolvas anteriores, su objetivo es evitar atoches (Ver anexo 2).

1.1.3 Dosificación.

- Pesaje de ingredientes: Existen distintas categorías de ingredientes que se utilizan en la elaboración de las dietas, se diferencian por la proporción en las que estas se incluyen en las dietas que se elaboran:

- Dosificación de Macro ingredientes: Estos son los principales ingredientes utilizados en la elaboración de las recetas, e incluyen principalmente maíz, soya y minerales, estos ingredientes son pesados en una tolva de pesaje para luego ser mezclados.

- Dosificación de Midi ingredientes: Estos ingredientes van incluidos en una proporción menor y se pesan en una tolva dosificadora que los pesa con mayor precisión, para luego ser transportados a una tolva de comprobación de pesaje.
- Dosificación de Microingredientes: Son los terceros en nivel de proporción y representan principalmente nutrientes que se suministran a los animales, al igual que los Midi ingredientes, estos son pesados con mayor precisión a través de una tolva de dosificación y pesaje, para luego ser pasados a una tolva de comprobación de peso junto con los Midi ingredientes.
- Dosificación de Nano ingredientes: Estos ingredientes son suministrados de manera muy limitada en las mezclas debido a que son nutrientes que deben ser suministrados en bajas dosis, por lo tanto la precisión con la que deben ser pesados debe ser más alta que en las categorías anteriores.
- Dosificación de Medicados: Como su nombre lo indica, estos ingredientes son medicamentos que se incorporan a las mezclas, por lo que la dosificación es muy controlada, se pesan con mucha precisión para luego ser incorporados a la mezcla.
- Mezclado: En este proceso se realiza la composición de las fórmulas de las dietas a través de la mezcladora que se encarga de, como su nombre indica, mezclar todos los ingredientes de la receta para que estén distribuidos de manera uniforme dentro de la mezcla, una vez terminado este proceso, se procede a llevar a cabo la peletización (Ver anexo 3).

1.1.4 Peletizado y Despacho.

- Limpieza: Al igual que en proceso de almacenado y con el fin de no dañar los equipos de procesos posteriores, cualquier trozo o pieza de metal debe ser eliminado, así que la mezcla es pasada nuevamente por un limpiador magnético que se encarga de descartar cualquier posible trozo de metal, además de otro limpiador rotativo que se encarga de eliminar cualquier resto de material que pueda haber quedado en la mezcla.
- Almacenado en Tolva de producto: Posterior a la limpieza, el producto es depositado en tolvas para alimentar los procesos posteriores y mantener un flujo que permita a los equipos trabajar con normalidad.
- Acondicionado : En esta etapa del proceso se busca activar ciertas propiedades nutricionales de los componentes del alimento con la aplicación de calor antes del peletizado, este equipo inyecta vapor y revuelve la mezcla para una distribución uniforme del calor, con esto se consigue una activación homogénea y evita las concentraciones de

humedad en la masa de alimento que pueden tener efectos adversos al momento de ser consumido.

- Pelletizado : El proceso de peletizado se realiza a través de una prensa peletizadora, la que a través de un molde y presión generada por un par de rodillos , da forma a la mezcla.

- Enfriado: Con el fin de conservar las características del pellet y evitar la proliferación de salmonella, el pellet es enfriado a través de un sistema de contraflujo, el sistema de enfriado va conectado a un equipo llamado ciclón que separa el material molido del producto peletizado.

- Quebrantado: En el caso de la dieta destinada a los pollos, el pellet debe pasar por un proceso de disminución de tamaño llamado quebrantado, este proceso se realiza a través de un mecanismo de rodillos que rompe el pellet, en el caso de las dietas destinadas a aves, este proceso no se aplica.

- Zarandeo : Luego del proceso de quebrantado, el producto pasa por un proceso de zarandeo, que separa el producto fino (producto que viene de pellets rotos y polvo del mismo pellet) del pellet entero enviando el pellet a una tolva de pesaje, y el producto fino se dirige al sistema de reproceso.

- Reproceso: El producto fino separado en la zaranda junto con el producto separado por el ciclón, son dirigidos a la tolva de reproceso, esta tolva se vuelve a unir al proceso de peletizado y lleva todo el producto de reproceso al inicio del proceso de peletizado, recuperando así todo el producto suelto debido a el contacto del pellet con los mecanismos del mismo proceso.

Aceitado: En el proceso final de la preparación del pellet, se le da un pequeño toque de aceite al producto para mantener las propiedades y conservar el pellet de una mejor manera.

- Despacho : Finalmente se transporta el producto listo a las tolvas de despacho, que almacenan el producto para ser cargado en camiones de despacho (Ver anexo 4).

2. Marco teórico

El mantenimiento es una serie de medidas que deben ser tomadas en un sistema productivo con el fin de restablecer, preservar y optimizar su funcionamiento, para que así dicho sistema sea capaz de producir garantizando siempre el coste mínimo posible.

Teniendo en cuenta esta definición, se pueden considerar a diversas acciones como parte del mantenimiento de un sistema , como lo pueden ser:

- Monitoreo de parámetros y condiciones de trabajo.
- Cambio de equipos y componentes.
- Lubricación y limpieza de equipos.

2.1 Acciones de Mantenimiento

A sabiendas de lo que puede abarcar una acción de mantenimiento se deben considerar que existe más de un enfoque y una serie de metodologías aplicables dependiendo ya sea de las condiciones de trabajo, complejidad y cantidad de equipos o alcance tecnológico disponible, teniendo en cuenta esto, se puede determinar la naturaleza de una acción de mantenimiento, se dividen principalmente en:

- Acción correctiva: Acción de mantenimiento que considera el cambio o reparación de un equipo cuando este falla, causando un cese de producción que puede conllevar a pérdidas económicas no consideradas.
- Acción preventiva: Acción de mantenimiento que puede abarcar desde un cambio periódico y programado de componentes o equipos a lubricaciones o inspecciones de funcionamiento con el fin de alargar los tiempos de funcionamiento y disminuir la recurrencia de paradas de producción, y por consiguiente aminorando las pérdidas económicas.
- Acción predictiva: Es la acción de mantenimiento que, a partir de análisis técnico, monitoreo y recopilación de información permite llevar a cabo una mantención programada, evitando así el máximo de fallas posibles.

2.2 Tipos de mantenimiento

En relación al punto anterior, al existir acciones de mantenimiento, estas derivan en el mantenimiento como tal, las acciones de mantenimiento van directamente relacionadas con el tipo de mantenimiento es cuestión, dicho esto, se puede definir la naturaleza del mantenimiento de acuerdo a sus características de aplicación.

- **Mantenimiento Correctivo:** Es el tipo de mantenimiento que se realiza cuando se tiene una falla de un equipo, como su nombre indica, su objetivo es restablecer el funcionamiento del sistema, su principal inconveniente son las pérdidas de producción asociadas, además de que existen situaciones en que la falla de un equipo puede tener consecuencias económicas graves e incluso consecuencias humanas irreversibles.
- **Mantenimiento Preventivo:** Tipo de mantenimiento que se lleva a cabo considerando la vida útil, tiempos de desgaste y lubricación de los equipos, se establecen periodos de tiempo en los que actuar para así evitar la presencia de fallas, principalmente el objetivo de este tipo de mantenimiento es minimizar la recurrencia de fallas a partir de la administración de las consideraciones antes mencionadas.
- **Mantenimiento predictivo:** Como su nombre indica, su objetivo es predecir el momento en que ocurrirá la falla para realizar un mantenimiento programado, optimizando así los tiempos de producción y paradas de planta para generar la menor cantidad de pérdidas posible, este tipo de mantenimiento requiere de análisis técnico, revisión de antecedentes y monitoreo constante de los equipos, por lo que su aplicación deriva en una dificultad mayor, pero si se aplica de manera correcta, es el tipo de mantenimiento con mejores resultados en términos de optimización, tanto de tiempos como de recursos.

2.3 Plan de mantenimiento

Como definición se puede establecer que un grupo de acciones de mantenimiento destinadas a un determinado equipo se pueden considerar un plan de mantenimiento, dicho plan puede considerar distintos tipos de acciones.

Un plan de mantenimiento se enfoca en acciones preventivas y predictivas, ya que son los tipos de acciones de mantenimiento que pueden considerarse dentro de una programación de un plan.

Un plan de mantenimiento debe considerar una serie de puntos que permitan que su implementación sea posible y que cumpla realmente con el objetivo de minimizar las fallas, dentro de los puntos a considerar por un plan de mantenimiento se pueden mencionar,

- Vida útil de componentes.
- Tiempo de lubricación.
- Inspección periódica de equipos.
- Recomendaciones del fabricante.
- Parámetros de funcionamiento.
- Costos.
- Tiempos de mantenimiento.

2.4 Análisis de criticidad

Un análisis de criticidad busca determinar y jerarquizar los riesgos asociados a un activo dentro de un sistema, para esto se deben determinar los criterios a evaluar, el alcance del análisis y cómo se tendrán que abordar o solventar dichos riesgos.

2.4.1 Metodología análisis de Criticidad

La base de un análisis de criticidad es la elaboración de la matriz de criticidad del sistema (En este caso una para cada equipo evaluado), cuya función es documentar la frecuencia y el impacto o consecuencia que puede tener una falla.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Figura 2. ejemplo de matriz de criticidad, fuente: (Mendizabal, 2024).

2.4.2 Criterios a seguir para determinar la criticidad

En un sistema de producción, la criticidad se determina considerando cuantitativamente la relación entre la frecuencia de una falla y las consecuencias que esta pueda presentar en el caso de ocurrir.

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

Tabla 1. Ejemplo de categorización por cantidad de fallas, fuente: (Zavala, 2018)

Categoría	N° de fallas anuales	Detalle
5	$\lambda > 52$	Es probable que ocurra más de una falla por semana
4	$12 < \lambda \leq 52$	Es probable que ocurra a lo menos una falla al mes
3	$2 \leq \lambda \leq 12$	Es probable que ocurra por lo menos una falla al semestre
2	$0,1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurra una falla cada 10 años
1	$\lambda \leq 0,1$	La probabilidad de falla es menor a una cada 10 años

Tabla 2. Ejemplo de categorización por consecuencias, fuente: (Pablo-Romero, 2013)

Categoría	Daños al Personal	Impacto a producción	Tiempo promedio para reparar
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros del personal	Más de 50 MM USD	Más de 24 horas
4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa	15 a 50 MM USD	Entre 17 y 24 horas
3	Daños o enfermedades severas en varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	5 a 15 MM USD	Entre 9 y 16 horas
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	500 Mil a 5 MM USD	Entre 4 y 8 horas
1	Sin impacto en el personal de la planta	Menos de 500 mil USD	Menos de 3 horas

2.4.3 Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

Para la elaboración de este análisis se deben seguir ciertas consideraciones con el fin de llevar a cabo un trabajo acorde a los requerimientos de un plan de mantenimiento, teniendo esto en cuenta y siguiendo como ejemplo los procedimientos realizados en Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario FULLER (2) para cada equipo se debe llevar a cabo una descomposición de las partes del mismo con el fin de determinar las fallas por componente, de tal manera que:

Tabla 3: Descomposición de componentes de equipos basada en Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario FULLER, fuente: (Zavala, 2018)

Empresa:				
Departamento:				
Equipo:				
Operación:				

Código	Nivel I	Código	Nivel II	Código	Nivel III	Código	Nivel IV
--------	---------	--------	----------	--------	-----------	--------	----------

Como se puede ver en la tabla 3 se divide el equipo en niveles hasta que el equipo el componente a analizar no pueda dividirse más, además se debe incluir numeración para diferenciar las fallas en procedimientos posteriores.

Tabla 4: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos, basada en Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario FULLER, fuente: (Zavala, 2018)

Subsistema:			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad

Esta tabla representa el procedimiento de individualización y la cuantificación de los modos de falla, como se puede apreciar en la tabla 4 se tienen en cuenta los aspectos que definen el índice de criticidad de un modo de falla y además incluye la reparación requerida y el tipo de falla, en donde se describe el modo de falla, por cada subsistema que se tenga en el equipo se debe realizar este procedimiento.

Tabla 5: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico, basado en RCM para el chancador primario FULLER, fuente: (Zavala, 2018)

Subsistema:			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos

Como su nombre lo indica, en esta parte del procedimiento se realiza un análisis de la falla y permite especificar distintos aspectos de la falla que sirven como medio para realizar un análisis completo de la falla.

3. Marco Metodológico

3.1 Tipo de mantenimiento plan de mantenimiento a realizar

El Tipo de mantenimiento que se realiza en los equipos corresponde a mantenimiento preventivo, en este caso se tienen consideradas recomendaciones del fabricante, obtenidas a través de manuales y también revisiones en elementos de los que se tiene documentación de fallas en otras plantas, ya que, si bien los equipos en cuestión son implementados por primera vez (por Agrosuper) en una planta de producción de alimentos estos pueden presentar similitudes de funcionamiento y de componentes con otros equipos antes implementados.

3.2 Consideraciones

Se debe destacar que en la planta se maneja una nomenclatura para diferenciar el tipo de acción a realizar dentro del plan de mantenimiento, en donde se especifica la profundidad de la acción, su periodicidad, y una descripción abreviada de la acción a realizar.

Las nomenclaturas se definen por:

- PI: Que indica que se debe realizar una inspección en funcionamiento del equipo para verificar su correcto funcionamiento.
- PA: Que representa cualquier cambio de piezas, limpieza, lubricaciones, cambios de aceite u otro mantenimiento menor que se deba realizar a los equipos, normalmente estas acciones no requieren de lapsos muy largos de tiempo en términos de paradas de producción.
- PP: Indican un mantenimiento profundo de algún equipo, en donde se deba detener completamente la producción para llevar a cabo el procedimiento y que los periodos de parada asociados pueden ser extendidos, un ejemplo de esta acción puede ser un Overhaul en los equipos.

También se debe establecer la periodicidad de la acción de mantenimiento a realizar, para esto también se usa una nomenclatura, en este caso es una letra, acompañada de un número que indica el periodo de tiempo.

- D: Para procedimientos que deban realizarse con diferencia de días.
- S: Para mantenimientos que deban realizarse con semanas de diferencia.
- M: Para procedimientos que se deban realizar con meses de periodicidad.
- A: Para procedimientos que se deban realizar luego de una cierta cantidad de años.

Cabe destacar que a veces se deben realizar varias acciones en simultáneo dentro de un equipo, teniendo en cuenta esto, y para evitar confusiones, en caso de que se deba realizar una PI y una PA o en su defecto una PP en los mismos periodos de tiempo la acción de menor magnitud pasa a denominarse con la misma nomenclatura que la acción de mayor magnitud; por ejemplo, si se tiene una PI que se realiza mensualmente y una PA que también se debe realizar mensualmente, dicha PI pasa a ser parte de la PA.

Un ejemplo de una acción de mantenimiento dentro de un plan podría establecerse de la siguiente manera:

PA 3M INSP. Y LIMP TOLVA DE PESAJE.

Donde se define como PA a la inspección y limpieza de ciertas zonas del equipo(ya que para la limpieza el equipo no debe estar en funcionamiento, y se indica la periodicidad como 3M, o sea que esta acción debe realizarse cada 3 meses de funcionamiento, y por último se realiza una breve descripción de la acción a realizar, se debe decir también que dicha descripción debe extenderse en los pasos siguientes para que el equipo de mantenimiento lleve a cabo el procedimiento de manera correcta.

Otra observación a realizar es el hecho de que algunos fabricantes determinan sus períodos de mantención en horas de funcionamiento, en este caso, se debe evaluar cuántas horas diarias funcionan los equipos, ya que hay equipos que pueden tener un funcionamiento continuo durante días, como también hay equipos cuyo trabajo se efectúa durante unas pocas horas durante el día, en este caso se debe hacer un acomodo de datos respecto a los tiempos para poder seguir trabajando con la nomenclatura establecida, por ejemplo:

Si el cambio de aceite de un equipo se debe realizar cada 1000 horas lo que equivale a 41,6 días de funcionamiento continuo, se determina que el procedimiento se debe realizar de manera mensual (1M) lo que equivaldría obviamente a realizar la acción luego de 30 días de funcionamiento continuo, siguiendo con el mismo caso, si el equipo en cuestión tuviera un funcionamiento intermitente, como podría ser 12 horas diarias, en este caso el cumplimiento de las horas de trabajo sería a los 83,2 días, por lo tanto la acción de mantenimiento se realizaría de manera trimestral (3M).

3.3 Procedimiento

El procedimiento realizado se basó en la recopilación de datos, que luego usando la nomenclatura, se acomodó a la metodología usada por la empresa, todos estos datos se tabulan y se ordenan, diferenciando la naturaleza del plan, ya sea de inspección y limpieza, cambio de piezas o lubricación, de tal manera que,

- Número de acción.
- Plan (Código o nomenclatura del plan).
- Descripción de procedimiento a realizar.
- Página del catálogo o manual que se usó de referencia para el plan.
- Pueden incorporarse de igual forma tablas con tipos de lubricante recomendados o listados de componentes que puedan tener un cambio asociado en caso de falla.

En las planillas se elaboran tablas diferentes dependiendo si el plan es de inspección y limpieza, cambio de componentes o lubricación. (Ver ejemplos en anexos desde el 5 al 13), por consiguiente, además de especificar el tipo de plan, se debe especificar de igual manera, el tipo de componente a reemplazar y cantidad en caso de que sea más de uno, clase de lubricante o grasa recomendada para el equipo y cantidad de gramos o litros dependiendo del lubricante.

4. Análisis de resultados.

Recopilación de información sobre equipos a evaluar

4.1 Equipos para planificación

4.1.1 Zaranda Rotex 522 GP.

Características (Rotex):

- Modelo: 50 Series 522.
- Área: 5,6 m².
- Potencia Motor: 7,5 HP ; 5,5 kW.
- Dimensiones: 5766 x 1422 x 1956 x 2134 mm (Rotex, 2018).
- Peso: 4082 kg.
- Capacidad de trabajo: 45 Ton/h.



Figura 3: Zaranda Rotex 522 GP.

4.1.2 Tolva de pesaje MIDI-Ingredientes.

Características (Jesma, 2023):

- Modelo: JesBatch-150.
- Capacidad: 150 kg.
- Precisión estática: 30 g.
- Volumen de tolva: 320 L.
- Diámetro de tolva: 900 mm.
- Material: Acero inoxidable AISI 304.
- Zona ATEX exterior de báscula: Zona Segura.
- Zona ATEX interior de báscula: Ninguna.
- Capacidad de trabajo: 30 Ton/h.



Figura 4: Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-150.

4.1.3 Tolva de pesaje MICRO-Ingredientes.

Características (Jesma, 2023):

- Modelo: JesBatch-50.
- Capacidad: 50 kg.
- Precisión estática: 10 g.
- Volumen de tolva: 190 L.
- Diámetro de tolva: 900 mm.
- Material: Acero inoxidable AISI 304.

- Zona ATEX exterior de báscula: Zona Segura.
- Zona ATEX interior de báscula: Ninguna.
- Capacidad de trabajo: 9 Ton/h.



Figura 5: Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-50.

4.1.4 Tolva de pesaje NANO-Ingredientes.

Características (Jesma, 2023):

- Modelo: JesBatch-30.
- Capacidad: 10 kg.
- Precisión estática: 2-5 g.
- Volumen de tolva: 60 L.
- Diámetro de tolva: 600 mm.
- Material: Acero inoxidable AISI 304.
- Zona ATEX exterior de báscula: Zona Segura.

- Zona ATEX interior de báscula: Ninguna.

4.1.5 Tolva de pesaje Medicados 1.

Características :

- Modelo: JesBatch-30.
- Capacidad: 30 kg.
- Precisión estática: 5-10 g.
- Volumen de tolva: 60 L.
- Diámetro de tolva: 806 mm.
- Material: Acero inoxidable AISI 304.
- Zona ATEX exterior de báscula: Zona Segura.
- Zona ATEX interior de báscula: Ninguna.

4.1.6 Tolva de pesaje Medicados 2.

Características :

- Modelo: JesBatch-30.
- Capacidad: 30 kg.
- Precisión estática: 5-10 g.
- Volumen de tolva: 60 L.
- Diámetro de tolva: 600 mm.
- Material: Acero inoxidable AISI 304.
- Zona ATEX exterior de báscula: Zona Segura.
- Zona ATEX interior de báscula: Ninguna.



Figura 6: Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-30 (NANO-Ingredientes, Medicados 1 y Medicados 2.

4.1.7 Báscula de flujo Jesma JesIntake 2000.

Características (Jesma, 2023):

- Capacidad: 240 Ton/h a densidad de 740 kg/m³; 324 m³/h; 450 m³/h.
- Capacidad máxima: 450 m³/h.
- Precisión: <0,1% durante la comprobación, <0,2% durante funcionamiento normal.
- Volumen Pre-Tolva: 1,8 m³.
- Volumen Tolva de pesaje: 3,0 m³.
- Presión de aire: 7 bar.
- Consumo de Aire: 300 NL/min.
- Clasificación de zonas ATEX: Todos los componentes eléctricos en el interior de la

báscula se han realizado de acuerdo con la zona atex



Figura 7: Báscula de flujo Jesma JesIntake 2000.

4.1.8 Limpiador Magnetico Goudsmit SPEA001067.

Características (Goudsmit, 2022):

- Tipo: EM7.
- Tamaño mínimo capturable: 0,1 mm.
- Eliminación de partículas: Automática (suspensión de producción requerida)
- Altura (instalada): 2433 mm.
- Diámetro de carcasa: 1010 mm.
- Diámetro de entrada/salida: 600 mm.
- Conexiones: Neumática: 6 mm, Eléctrica: A caja de conexión.
- Capacidad Máxima: 500 m³/h.
- Material de carcasa: Acero AISI 304.

- Máxima temperatura de producto: 80°C.
- Mínima y Máxima temperatura ambiente: -20°C a 40°C.
- Seguridad: 110°C (advertencia) y 120°C (apagado).
- Clase de protección (Agua/Polvo): IP54
- Sistema Magnético: Electroimán.
- Diámetro Imán: 600 mm.
- Ángulo de cono: 70°.
- Fuerza de campo magnético: 2700 gauss.
- Potencia de imán (frío/caliente): 820/600 W
- Fuente de alimentación : 44 VDC.
- Alimentación neumática: 6-8 bar.
- Caja de control: ESBP210003.
- Profundidad: 1105 mm.
- Ancho: 1264 mm.
- Altura: 2433 mm.
- Peso: 1130 kg.



Figura 8: Limpiador magnético Goudsmit
SPEA001067.

4.1.9 Limpiador Magnético Goudsmit SPAA001066.

Características (Goudsmit, 2019):

- Tipo: EM6.
- Tamaño mínimo capturable: 0,1 mm.
- Eliminación de partículas: Automática (suspensión de producción requerida)
- Altura (instalada): 2277 mm.
- Diámetro de carcasa: 850 mm.
- Diámetro de entrada/salida: 500 mm.
- Conexiones: Neumática: 6 mm, Eléctrica: A caja de conexión.
- Capacidad Máxima: 350 m³/h.
- Material de carcasa: Acero AISI 304.
- Máxima temperatura de producto: 80°C.
- Mínima y Máxima temperatura ambiente: -20°C a 40°C.
- Seguridad: 110°C (advertencia) y 120°C (apagado).
- ATEX: Ex II 1/2 D T130 °C
- Clase de protección (Agua/Polvo): IP54
- Sistema Magnético: Electroimán.
- Diámetro Imán: 500 mm.
- Ángulo de cono: 70°.
- Fuerza de campo magnético: 2700 gauss.
- Potencia de imán (frío/caliente): 820/600 W
- Fuente de alimentación : 44 VDC.
- Alimentación neumática: 6-8 bar.
- Caja de control: ESBP310003.
- Profundidad: 920 mm.
- Ancho: 1192 mm.
- Altura: 2277 mm.
- Peso: 660 kg.



Figura 9: Limpiador magnético Goudsmit
SPAA001066.

4.1.10 Poeth Spot Filter.

4.1.10.1 (Poeth, 2018) (Poeth, 2020)
Modelo KMH 4/20/R15:

Características:

- Área: 5,6 m².
- N° de bolsas de filtro: 4.
- Dimensiones:
2442x866x730x1900 mm.
- Peso: 194 kg.
- Potencia motor: 1,1 kW.
- Velocidad de trabajo: 3000 RPM.
- Capacidad de filtrado: 1500 m³/h.

4.1.10.1 Modelo KMH 4/15/R12:

Características:

- Área: 4,2 m².
- N° de bolsas de filtro: 4.
- Dimensiones:
1942x866x730x1400 mm.
- Peso: 178 kg.
- Potencia motor: 0.75 kW.
- Velocidad de trabajo: 3000 RPM.
- Capacidad de filtrado: 880 m³/h.

4.1.10.1 Modelo KMH 4/15/R12:

Características:

- Área: 4,2 m².
- N° de bolsas de filtro: 4.
- Dimensiones:
1942x866x730x1400 mm.
- Peso: 178 kg.
- Potencia motor: 0.75 kW.
- Velocidad de trabajo: 3000 RPM.
- Capacidad de filtrado: 880 m³/h.

4.1.10.1 Modelo KMH 4/15/R12:

Características:

- Área: 1,4 m².
- N° de bolsas de filtro: 2.
- Dimensiones:
1399x633x730x900 mm.
- Peso: 148 kg.
- Potencia motor: 0,37 kW.

- Velocidad de trabajo: 3000 RPM.
- Capacidad de filtrado: 390 m³/h



Figura 10: Filtro spot Poeth completo (portafiltros y ventilador).

4.1.11 Rosco Barredor Morillon.

Características (Morillon, 2016):

- Temperatura de funcionamiento: -20°C a 40°C.
- Diámetro mínimo y máximo de silo: 5m - 32m.
- Alcance: 22 m.
- Motor: 3x400 V AC 5%.
50 Hz 2%.
24 V DC.

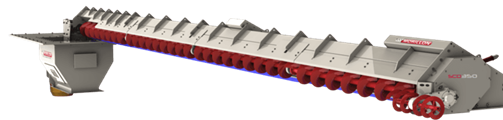


Figura 11 : Rosco barredor de silo; Fuente: www.morillonsystems.es

4.2 Discusión de resultados

4.2.2 Análisis de criticidad y AMEF

4.2.2.1 Análisis de criticidad.

Dentro del análisis de criticidad se han considerado todas las posibles fallas que se han determinado en los equipos, y se han considerado dentro del análisis el contexto, la causa de la falla, una descripción de la falla, la frecuencia (estimada según recomendaciones de personal de mantención) , el impacto a la producción (según planos), el tiempo medio de reparación (estimada según recomendaciones de personal de mantención) , el impacto al

personal y el tratamiento de la falla, teniendo en cuenta estos factores y aplicando la ecuación de criticidad se logró determinar los equipos y sus respectivas fallas que presentan valores de mayor criticidad para así jerarquizar las fallas en torno a las consecuencias que se generarían en caso de generarse una falla.

Teniendo en cuenta los resultados, se debe tener en consideración que los equipos que presentaron los mayores índices de criticidad fueron las tolvas de flujo (JesIntake), cuya tabla de análisis se presenta en la tabla 6, esto debido a que se manejan flujos muy grandes de producto y una parada de producción se vería traducida en grandes pérdidas y los filtros spot cuyos altos índices de criticidad se explican por las consecuencias que se podrían producir en caso de fallar el equipo (para los demás equipos ver anexos del 5 al 13).

Tabla 6: Tabla de identificación de fallas para análisis de criticidad de Jesma Jesintake 2000, Fuente: elaboración propia.

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Falla celdas de carga	Falla con causas posibles en conexiones por suciedad acumulada	Falla que deriva en errores o incluso imposibilidad de llevar a cabo un correcto pesaje de producto, esta falla deriva en un truncamiento de todos los procesos que se realizan a continuación de este	6	No	240	1.440.000	2	Sin impacto a personal de planta	15	Inspección y limpieza semanal

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Tolva de pesaje en mal estado	Presencia de daños por golpes o posibles roturas agrietamiento por corrosión	Este tipo de fallas se presentan debido al impacto que pueda tener el ambiente sobre el equipo, ya que al estar al exterior, puede verse afectado con la humedad y otros factores ambientales que generan corrosión, dicha corrosión genera debilitamientos de la estructura que pueden generar grietas o roturas mayores	4	No	240	960.000	0,1	Sin impacto a personal de planta	5	Inspección y limpieza semanal

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Sobrepresión diferencial en filtro	Falla causada por exceso de suciedad en filtros	Presión excesiva que puede ser debido a obstrucciones, que, además de afectar en el funcionamiento del equipo, pueden generar averías mayores en el equipo, como el reviente de mangueras	3	No	240	720.000	6	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal
Jesma Jesintake 1	Juego en compuertas	Producido por la constante apertura y cierre del equipo	Debido a la constante apertura y cierre de las compuerta, la sujeción de las mismas comienza a generar juego, que puede afectar el funcionamiento y el cierre correcto de estas	3	No	240	720.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada 4 meses

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Suciedad excesiva en filtro	Evento causado por la falta de limpiezas periódicas del filtro	La falta de limpieza del filtro puede generar otros problemas, como lo puede ser obstrucción de tuberías, que afecta directamente al funcionamiento del sistema hidráulico del equipo, sobrecalentamiento, o, por la obstrucción del filtro o incluso bajas de rendimiento ya que el producto no será filtrado correctamente	3	No	240	720.000	6	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección y limpieza semestral

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Fugas de producto por sellos en mal estado	Vencimiento de material de los sellos del equipo	Las fugas de producto debido a sellos en mal estado pueden producir bajas en el rendimiento del equipo, además de pérdidas de producto, que también pueden afectar al funcionamiento de equipos cercanos a la tolva	4	No	240	960.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección semestral y cambio en caso de ser necesario
Jesma Jesintake 1	Fallas de frecuencia de pulso inverso	Falla de funcionamiento en filtro causada por falla electrónica	Esta falla puede causar errores en el filtrado que se realiza a la materia prima	2	No	240	480.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	6	Comprobación semestral

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Falla electroválvulas	Falla causada por múltiples factores, desde golpes, suciedad excesiva o incluso fallas de conexión	La falla puede causar problemas en el funcionamiento del sistema neumático del equipo, lo que puede llevar consigo un cese de producción	3	No	240	720.000	2	Sin impacto a personal de planta	12	Comprobación semestral
Jesma Jesintake 1	Falla válvulas de diafragma	Falla causada por múltiples factores, desde golpes, suciedad excesiva o incluso fallas de conexión	La falla puede causar problemas en funcionamiento de flujo de aire del equipo	3	No	240	720.000	3	Sin impacto a personal de planta	12	Comprobación semestral
Jesma Jesintake 1	Falla motor filtro	Falla causada principalmente por fallas eléctricas o por un desgaste	Falla que causa interrupción de filtrado de producto por parte del equipo y que puede causar presencia excesiva	5	No	240	1.200.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección semestral

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
		excesivo del equipo	de polvo o suciedad en producto								
Jesma Jesintake 1	Falla Ventilador filtro	Causada por fallas eléctricas o rotura de piezas por desgaste	Interrupción de ventilación de filtro que puede llevar a cabo problemas de obstrucción, además en caso de roturas de ventilador pueden existir daños asociados al equipo	5	No	240	1.200.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección semestral
Jesma Jesintake 1	Suciedad excesiva en elementos filtrantes	Falla causada por no realizar limpiezas al equipo con periodicidad	La falla puede acarrear problemas de sobrecalentamiento y obstrucción en el sistema, además también puede verse afectada la calidad del producto	4	No	240	960.000	12	Sin impacto a personal de planta	15	Inspección y limpieza semestral

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintake 1	Sellos de filtro con desgaste excesivo	Desgaste causado por el propio funcionamiento del equipo	Falla que puede causar problemas en la calidad del filtrado y que trae por consiguiente bajas en la calidad del producto	4	No	240	960.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección anual y reemplazo en caso de requerirse
Jesma Jesintake 1	Obstrucción tuberías filtro	Causadas por exceso de suciedad en el filtro del equipo	Falla que puede tener asociados problemas en el filtrado y posibles fallas por sobrepresión	5	No	240	1.200.000	4	Requiere tratamiento o médico	18	Inspección en búsqueda de obstrucciones

Tabla 7: Matriz de criticidad Filtro Spot, fuente: Elaboración propia

		Matriz de criticidad Filtro Spot				
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	3	0	0	3	2	0
	2	0	0	4	1	0
	1	0	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
		Impacto				

En la tabla 7 se muestra la matriz de criticidad correspondiente a los filtros spot, estos equipos presentan el mayor índice de criticidad de los equipos evaluados, debido a las consecuencias para el personal que pueden generar una falla de este equipo.

Tabla 8: Matriz de criticidad Jesma Jesintake 2000, fuente: Elaboración propia

		Matriz de criticidad Jesma Jesintake 2000-1				
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	3	0	0	6	1	0
	2	0	6	0	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
		Impacto				

En este caso se muestra la matriz de criticidad de la tolva de flujo Jesintake 2000, el equipo con los segundos índices más altos, la principal razón de los valores de estos índices se deben a las pérdidas de producción que pueden significar el cese de trabajo de los equipos (para el resto de equipos ver anexos del 14 al 20).

4.2.2.2 AMEF.

Ya realizado el análisis de criticidad, se puede elaborar un AMEF con los datos obtenidos que permitirá analizar individualmente la falla, establecer las causas, la solución y otros aspectos a tener en consideración dentro del mantenimiento de los equipos.

Siguiendo la metodología expuesta en el capítulo 3 se pueden elaborar tablas que permiten la individualización y el análisis de cada falla en los componentes de cada equipo.

Como resultado del análisis se elaboraron los AMEF correspondientes a los equipos, a continuación se presentan los resultados de los equipos más críticos (Tolvas de flujo y Filtros spot) (Para el resto de equipos ver anexos del 21 al 46).

AMEF tolva de flujo Jesintake 2000:

Tabla 9: Descomposición de componentes Tolva de flujo Jesma Jesintake 2000, fuente: Elaboración propia

Empresa: Agrosuper							
Departamento: Mantenición							
Equipo: Tolva de flujo JesIntake 2000							
Operación: Planta de alimentos balanceados La Estrella							
Código	Nivel I	Código	Nivel II	Código	Nivel III	Código	Nivel IV
5	Tolva de flujo JesIntake	1	Pesaje	1	Celda de carga	-	-
				2	Tolva de pesaje	-	-
				3	Compuerta	-	-
				4	Sellos	-	-
		2	Filtrado	1	Barómetro diferencial	-	-
				2	Filtro	-	-
				3	Pulso Inverso	-	-
				4	Válvulas de control	-	-
				5	Motor	-	-
				6	Ventilador	-	-
				7	Sellos	-	-
				8	Tuberías	-	-
				9	Electroválvulas	-	-

Tabla 10: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y eventos Jesma Jesintake 2000 (subsistema: Pesaje), fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
5.1.1	1	Suciedad en celdas de carga	2	El no funcionamiento de las celdas causa errores de flujo del producto	-	Limpieza y revisión de conexiones	6	12
5.1.2	1	Daños en tolva de pesaje	0,1	La tolva presenta golpes o roturas que pueden afectar el funcionamiento general del equipo	-	Cambio en caso de presentar daños	4	0,4
5.1.3	2	Juego en compuertas	0,2	Las compuertas presentan juego por las cargas que recibe	-	Reapriete y lubricación	3	0,6
5.1.4	1	Sellos en mal estado	0,5	La presencia de sellos en mal estado puede causar fugas de producto o presencia de humedad no deseada en el proceso	-	Cambio de sellos en mal estado	4	2

Tabla 11: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y eventos Jesma Jesintake 2000 (subsistema: Filtrado), fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad

5.2.1	1	Presión diferencial alta	6	Genera problemas en la calidad del filtrado y puede generar daños por sobrepresión	-	Eliminación de obstrucción en caso de presentarse	3	18
5.2.2	1	Suciedad excesiva en filtro	6	Se presenta exceso de suciedad en filtro que merma la capacidad de filtrado	-	Limpieza de filtros	3	18
5.2.3	1	Falla en pulso inverso	0,5	La frecuencia del filtrado por pulso inverso no es la correcta	-	Calibración de la frecuencia de trabajo	2	1
5.2.4	1	Válvulas de control presentan fallas de funcionamiento	2	Falla en funcionamiento que puede afectar el flujo de aire del sistema de filtrado	-	Reemplazo de válvula	3	6
5.2.5	1	Falla de funcionamiento motor	3	La principal causa son fallas eléctricas que producen averías en el circuito del equipo	-	Revisión de motor y cambio en caso de ser necesario	3	9
5.2.6	1	Falla funcionamiento ventilador filtro	0,5	El desgaste por funcionamiento continuo puede causar la detención del equipo	-	Revisión de ventilador y reemplazo en caso de ser necesario	5	2,5
5.2.7	1	Sellos de filtro	0,5	Vencimiento de material se sellos	-	Reemplazo en caso de fugas	4	2
5.2.8	1	Falla en tuberías de filtro	4	Obstrucción por exceso de suciedad en sistema de aire	-	Eliminación de obstrucción en caso de	5	20

						presentarse		
5.2.9	1	Falla de electroválvula	3	Falla en funcionamiento que puede afectar el flujo de aire del sistema de filtrado	-	Reemplazo de válvula	3	9

Tabla 12: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de Tolva de flujo Jesma Jesinkate 2000 (subsistema: Pesaje), fuente: elaboración propia

Subsistema: Pesaje			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
5.1.1	15	15	Suciedad	Acumulación de suciedad por funcionamiento	Zona de celdas de carga presenta acumulaciones de polvo	-
5.1.2	5	5	Desgaste	Golpes pueden generar roturas que eventualmente presenten corrosión debido a que el equipo se encuentra en exterior	Golpes y roturas	-
5.1.3	8	8	Desgaste	Apertura y cierre constante	Soltura de compuertas	-
5.1.4	10	10	Desgaste	Vencimiento de propiedades de material de componente	Fuga de producto	-

Tabla 13: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de Tolva de flujo Jesma Jesinkate 2000 (subsistema: Filtrado), fuente: elaboración propia

Subsistema: Filtrado			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
5.2.1	12	12	Sobrepresión	Obstrucción por suciedad en sistema de aire	Indicadores de presión diferencial con niveles altos	-
5.2.2	12	12	Suciedad	Funcionamiento propio del equipo	Capacidad de filtrado limitada	-
5.2.3	6	6	Falla eléctrica	Desprogramación por falla de energía	Frecuencia de pulso inverso no es correcta	-
5.2.4	12	12	Falla válvula	Causada por falla eléctrica	Sistema de aire no funciona correctamente	-
5.2.5	10	10	Falla eléctrica	Sobreesfuerzo o falla por uso continuo	Detención de equipo	-

5.2.6	10	10	Desgaste	Uso continuo	Ruidos inusuales o detención de equipo	-
5.2.7	10	10	Desgaste	Vencimiento de vida útil de material de sello	Cambio de sellos en caso de fugas	-
5.2.8	18	18	Obstrucción	Obstrucción por suciedad en sistema de aire del equipo	Eliminación de obstrucciones	-
5.2.9	12	12	Falla válvula	Causada por falla eléctrica	Cambio de válvula	-

AMEF filtro spot:

Tabla 14: Descomposición de componentes Filtro Spot, fuente: Elaboración propia

Empresa: Agrosuper							
Departamento: Mantenición							
Equipo: Filtro Spot							
Operación: Planta de alimentos balanceados La Estrella							
Código	Nivel I	Código	Nivel II	Código	Nivel III	Código	Nivel IV
6	Filtro spot	1	Transmisión	1	Motor	-	-
				2	Conexiones	-	-
				3	Ventilador	-	-
		2	Compartimento de aire limpio	1	Caja	-	-
				2	Recipiente de amortiguamiento	-	-
				3	Válvula de diafragma	-	-
		3	Compartimento de aire sucio	1	Separador de polvo	-	-
				2	Cartuchos	-	-
				3	Caja	-	-
				4	Bolsa de filtro	-	-

Tabla 15: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y eventos Filtro Spot (subsistema: Transmisión), fuente: elaboración propia.

Subsistema: Transmisión			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
6.1.1	1	Motor sobrecalentado por	0,2	Detención	-	Limpieza y mantenimiento de motor	2	0,4

		acumulación de polvo						
6.1.2	1	Mal estado de conexiones eléctricas de equipo	2	Detención	-	Reparación y reconexión	3	6
6.1.3	1	Ventilador con acumulación de suciedad	0,5	Detención	-	Limpieza de ventilador	4	2

Tabla 16: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y eventos Filtro Spot (subsistema: Compartimento de aire limpio), fuente: elaboración propia.

Subsistema: Compartimento de aire limpio		Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos						
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
6.2.1	1	Suciedad excesiva en caja de zona de aire limpio	3	Detención	-	Limpieza y mantenimiento	2	6
6.2.2	1	Presión excesiva	0,5	Obstrucción	-	Eliminación de obstrucción en tuberías	4	2
6.2.3	1	Falla de funcionamiento o válvula	3	Detención	-	Cambio de componente	3	9

Tabla 17: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y eventos Filtro Spot (subsistema: Compartimento de aire sucio), fuente: elaboración propia.

Subsistema: Compartimento de aire sucio		Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos						
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
6.3.1	1	Acumulación de suciedad en separador de polvo	3	Detención	-	Limpieza y mantenimiento	4	12
6.3.2	1	Cartuchos de filtro en mal estado	3	Detención	-	Cambio de componente	5	15

6.3.3	1	Fugas de polvo en zona de aire sucio	0,5	Baja de presión	-	Sellado de caja	5	2,5
6.3.4	1	Rotura de bolsa de filtro	0,2	Detención	-	Cambio de componente	5	1

Tabla 18: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de filtro spot (subsistema: Transmisión), fuente: elaboración propia

Subsistema: Transmisión			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
6.1.1	20	20	Suciedad	Falta de aseo	Suciedad evidente	-
6.1.2	15	15	Falla eléctrica	Vibración constante	Alarmas en panel eléctrico	-
6.1.3	12	12	Suciedad	Falta de aseo	Suciedad Evidente	-

Tabla 19: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de filtro spot (subsistema: Compartimento de aire limpio), fuente: elaboración propia

Subsistema: Compartimento de aire limpio			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
6.2.1	15	15	Suciedad	Falta de aseo en equipo	Suciedad evidente en equipo	-
6.2.2	12	12	Obstrucción	Presencia de objetos extraños en sistema neumático	Alarma de aumento de presión	-
6.2.3	15	15	Falla eléctrica	Golpes o falla en componentes eléctricos	No funcionamiento de sistema neumático	-

Tabla 20: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de filtro spot (subsistema: Compartimento de aire sucio), fuente: elaboración propia

Subsistema: Compartimento de aire sucio			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
6.3.1	18	18	Suciedad	Falta de aseo en equipo	Suciedad evidente en equipo	-
6.3.2	18	18	Vencimiento de propiedades de componente	Funcionamiento propio del equipo	Alarma de aumento de presión	-

6.3.3	12	12	Fuga	Vencimiento de empaquetaduras o rotura por golpe	No funcionamiento de sistema neumático	-
6.3.4	12	12	Rotura de componente	Rotura por objeto extraño en filtro	-	-

4.2.1 Mantenimiento preventivo.

El principal resultado se centra en la elaboración de planes de mantenimiento preventivo para los equipos asignados, dichos planes se basan tanto en las recomendaciones dadas por el fabricante a través de manuales de uso o mantenimiento como en detalles dados por el personal con experiencia, ya que, si bien los manuales entregan información de gran importancia, puede haber componentes no mencionados que pueden recibir mantenimiento y así disminuir de mejor manera el riesgo y recurrencia de fallas.

Las principales acciones de mantenimiento a realizar corresponden a Inspecciones visuales y limpieza , que se realizan diariamente o semanalmente dependiendo del equipo, esta labor permite un conocimiento del estado del equipo y que posibles problemas puede tener en caso de presentar alguna anomalía o funcionamiento inusual.

Obviamente, además de estas acciones, se tienen acciones menos frecuentes, no obstante dichas acciones son de gran importancia, como lo son cambios de componentes, lubricación o engrasado de piezas que presentan fricción.

Ya teniendo en cuenta la metodología a utilizar, se registra la información necesaria en una planilla procurando establecer claramente la labor a realizar e indicando el origen de dicha información.

En adición a esto y considerando las recomendaciones de personal senior de mantenimiento, se han hecho adiciones al plan de mantenimiento preventivo de algunos equipos, cuyo fin es llevar a cabo un plan más completo.

En este caso, siguiendo con la tónica de puntos anteriores, se presentan los equipos que presentan mayores índices de criticidad, que corresponden a las tolvas de flujo Jesintake 2000 y a los filtros Spot (para los planes de los demás equipos ver anexos del 47 al 53) .

Plan de mantenimiento preventivo tolva de flujo Jesintake 2000:

Tabla 21: Plan de mantenimiento preventivo Jesma Jesintake 2000, fuente: elaboración propia

Planes de inspección y limpieza Jesma Jesintake			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1S INSP Y LIMP TOLVA Y FILTRO	Inspección y limpieza en zona de celdas de carga	16
2	PA 1S INSP Y LIMP TOLVA Y FILTRO	Inspección y limpieza de tolvas de pesaje	16
3	PA 1S INSP Y LIMP TOLVA Y FILTRO	Inspeccionar valor de presión diferencial filtro (consultar "fault findings", Pag 45)	37
4	PA 4M INSP Y LIMP COMPUERTAS	Inspección rodamientos de compuertas, revisar si tienen holguras	16
5	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Inspección de sección de aire limpio en filtro, revisar presencia de polvo.	37,41
6	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Inspección sellos de puertas	37
7	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Comprobar si el pulso inverso está en funcionamiento	37
8	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Comprobar temporización de intervalos del pulso inverso	37
9	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Comprobar si electroválvulas y válvulas de diafragma operan correctamente	37
10	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Inspeccionar motor y ventilador	37
11	PA 6M INSP Y LIMP FILTRO	Retirar todos los elementos filtrantes, revisar su estado y realizarles limpieza	37
12	PA 1A INSP Y LIMP FILTRO	Revisar estado de sellos, en caso de desgaste, reemplazar	37
13	PA 1A INSP Y LIMP FILTRO	Revisar si los tubos están libres de obstrucciones	37

Planes de lubricación			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 4M INSP Y LIMP COMPUERTAS	Engrase de rodamientos de compuertas	16

	Según Manual Jesma Jesintake 2000		
	Según Manual Filtro Hoppertop		

Plan de mantenimiento preventivo filtro spot:

Tabla 22: Plan de mantenimiento preventivo filtros spot, fuente: elaboración propia.

Planes de mantenimiento filtros spot			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1S INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Revisión y limpieza de motor para evitar sobrecalentamiento	21
2	PA 1S INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección separador de polvo en caso de haber polvo, realizar limpieza	1
3	PA 1M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección visual equipo eléctrico, verificar conexiones y daños en equipo	24
4	PA 1M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección stickers de advertencia	24
5	PA 1M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Verificar correcto funcionamiento del ventilador	21
6	PA 1M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección cartuchos de filtro de aire sucio	1
7	PA 4M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección fugas de polvo	24
8	PA 4M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección de daños bolsa de filtro	24
9	PA 4M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Inspección presión de aire recipiente de amortiguamiento (funcionamiento entre 4 y 5 bar)	24
10	PA 6M INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Revisar si la zona de aire limpio presenta acumulaciones de polvo, si es el caso, cambiar filtros	1

11	PA 1A INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Verificar correcto funcionamiento de válvulas de diafragma	24
----	-----------------------------------	--	----

Cambio de componentes filtros spot			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1A INSP Y LIMP FILTROS SPOT	Cambio de cartuchos de filtro	1

		Manual de usuario ventilador Poeth	
		Documento CILT KMH/KMV	
		Manual de usuario Compact Filter Bag KMH/KMV	

Conclusiones

Con respecto a la recopilación de información se puede decir que se consiguió obtener información importante con respecto a los equipos asignados, ya que se obtuvieron datos como el material de construcción de los equipos, la capacidad de trabajo, especificaciones de motores, normas que cumplen, temperaturas de trabajo y parámetros de funcionamiento.

Todos estos datos permiten obtener información importante que puede ser utilizada en la elaboración de un plan de mantenimiento, ya que se pueden obtener nociones sobre posibles problemas que se pueden presentar en ambientes hostiles, como lo puede ser el daño por corrosión por la presencia de ambientes húmedos o el trabajo en atmósferas explosivas en lugares cerrados.

Otro tipo de problemas que se pueden identificar están asociados a las pérdidas de producción que se pueden presentar si el equipo falla, por lo que es importante considerar las capacidades de trabajo.

Las especificaciones de motores pueden ser utilizadas para la creación de inventarios y stock en caso de que se requiera cambio así como también obtener datos útiles para las acciones de lubricación en los equipos.

Ya que en algunas zonas de la planta se trabaja en atmósferas explosivas se debe verificar bajo qué condiciones de trabajo los equipos están habilitados para funcionar, uno de los aspectos más importantes dentro de este punto son las temperaturas de trabajo del equipo y también se considera el cumplimiento de normas que se especifican.

También cabe destacar la importancia de que se respeten los parámetros de funcionamiento de los equipos para garantizar al máximo la vida útil de los equipos.

En relación al análisis de criticidad se lograron identificar y analizar las posibles fallas que pueden afectar a los equipos y en adición a esto, con colaboración del equipo de mantenimiento se estimó la frecuencia de falla según la experiencia de los mantenedores, las pérdidas de disponibilidad, pérdidas de producción, impacto al personal, el tiempo de reparación y la reparación necesaria para abordar la falla, todo esto permite calcular el índice de criticidad de la falla, además de esto se realizaron matrices de criticidad para graficar la distribución de la criticidad de las fallas de cada equipo.

Ya teniendo los resultados del análisis de criticidad, se pudo demostrar que el equipo más crítico de los analizados corresponde a los filtros spot, seguidos por las tolvas de flujo jesintake.

Este procedimiento permite jerarquizar las fallas y los equipos con el fin de tener un orden e identificar qué equipo es el más crítico, y por ende, en qué equipo se debe poner más énfasis.

La elaboración del AMEF permitió analizar las fallas de una forma más profunda, considerando la causa, el tipo de falla, los síntomas de la falla, efectos y frecuencia de falla, todo esto permite profundizar en el origen y la posible solución para la falla .

Cabe destacar que en cada falla se identifica también el componente afectado del equipo a partir de una descomposición del mismo.

Finalmente se llevó a cabo el plan de mantenimiento preventivo a los equipos asignados, considerando todos los aspectos evaluados en los procesos anteriores y considerando también las recomendaciones del fabricante y del equipo de mantenimiento de la planta, teniendo en cuenta los resultados del trabajo se puede decir que se consiguió cumplir de manera óptima con los objetivos instaurados al inicio del trabajo y sirven como un punto de inicio para llevar a cabo un mantenimiento integral de los equipos de la planta.

Referencias bibliográficas

Mendizabal, Ángel, (2024), Ejemplo práctico para realizar un análisis de criticidad, <https://angelmendizabal.com/mantenimiento/ejemplo-practico-para-realizar-un-analisis-de-criticidad/>

Zavala Medina, Cristobal Andrés, (2018), Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario FULLER, Operación MANTOVERDE

Pablo-Romero Carranza, José Luis, (2013), Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón

Rotex, Product Bulletin General Purpose Screeners

Rotex, (2018), Rotex High Performance Screeners Installation-Operation-Maintenance

Jesma, (2023), Manual - Sistema de Microdosificación Type: JesBatch-150

Jesma, (2023), Manual - Sistema de Microdosificación Type: JesBatch-50

Jesma, (2023), Manual - Sistema de Microdosificación Type: Jesbatch-30

Jesma, (2023), Manual- Instrucciones JesIntake 2000

Goudsmit, version 3.4, (2022), SPA Electromagnetic Inline Pipe Magnet and control box

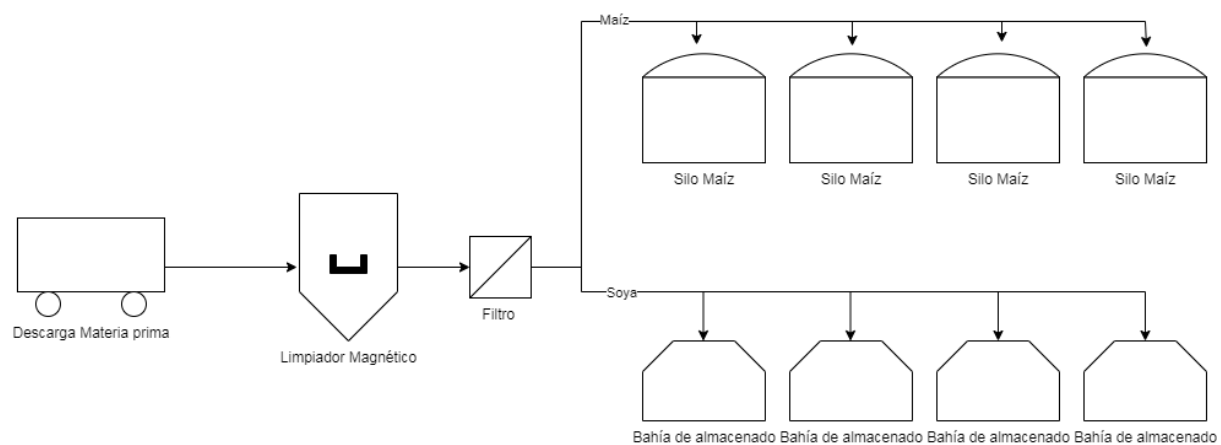
Goudsmit, version 3.3, (2019), SPA Electromagnetic Inline Pipe Magnet and control box

Poeth, version 02.0, (2018), Ventilator VR User manual

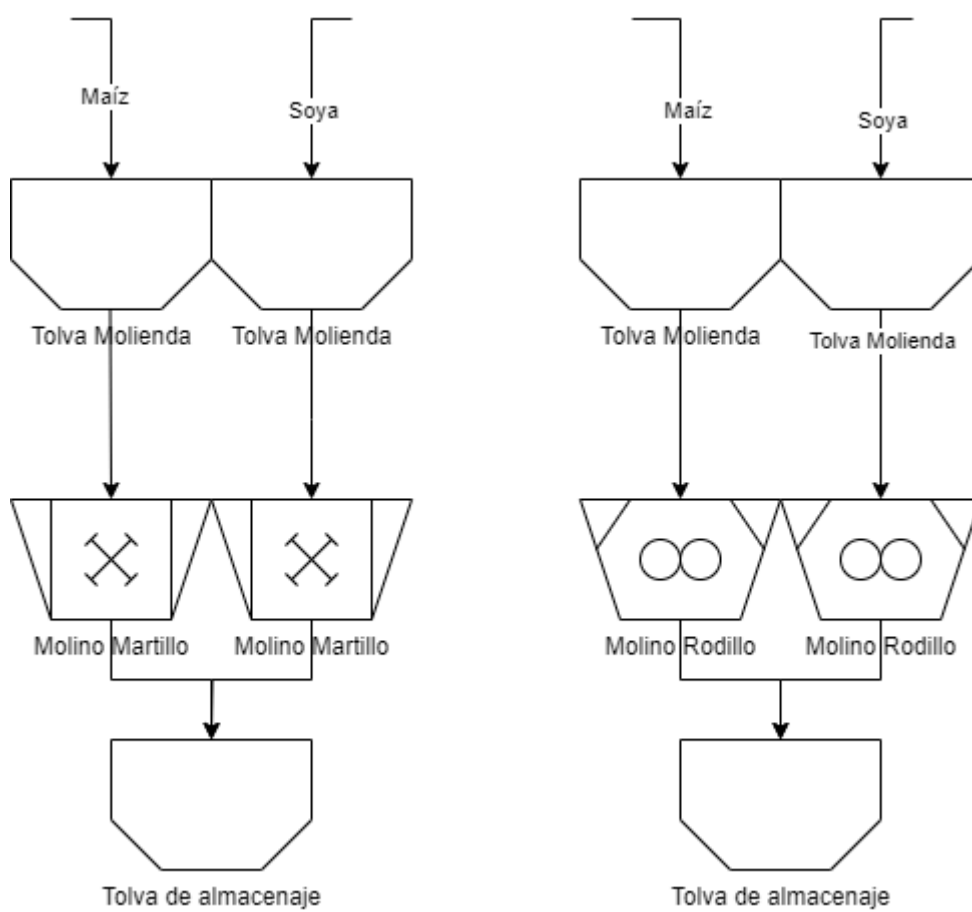
Poeth, version 02.3, (2020), Compact Bag Filter KMH/KMV User manual

Morillon, Versión 00 ES, (2016), Sinfín recogedor SPIROGYRE-SCD210-Manual de instalación

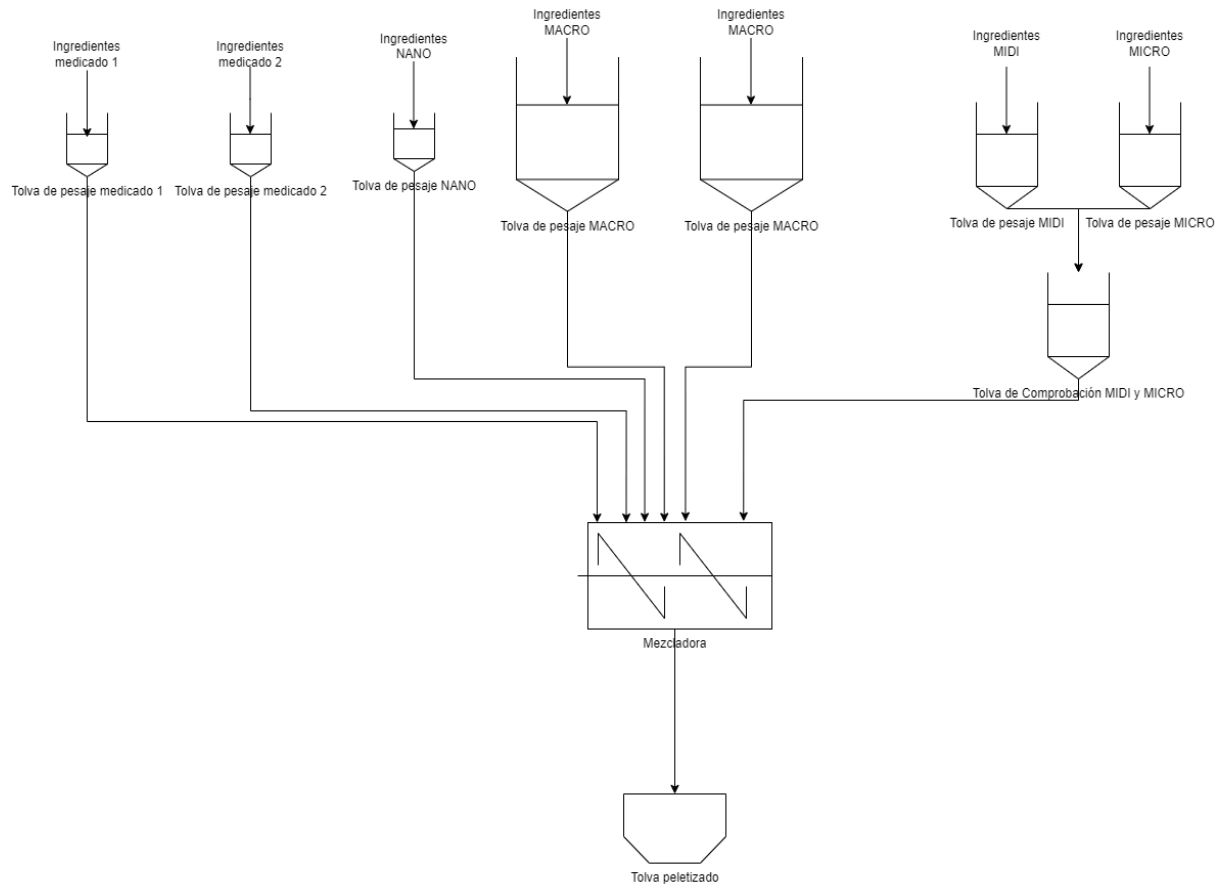
Anexos



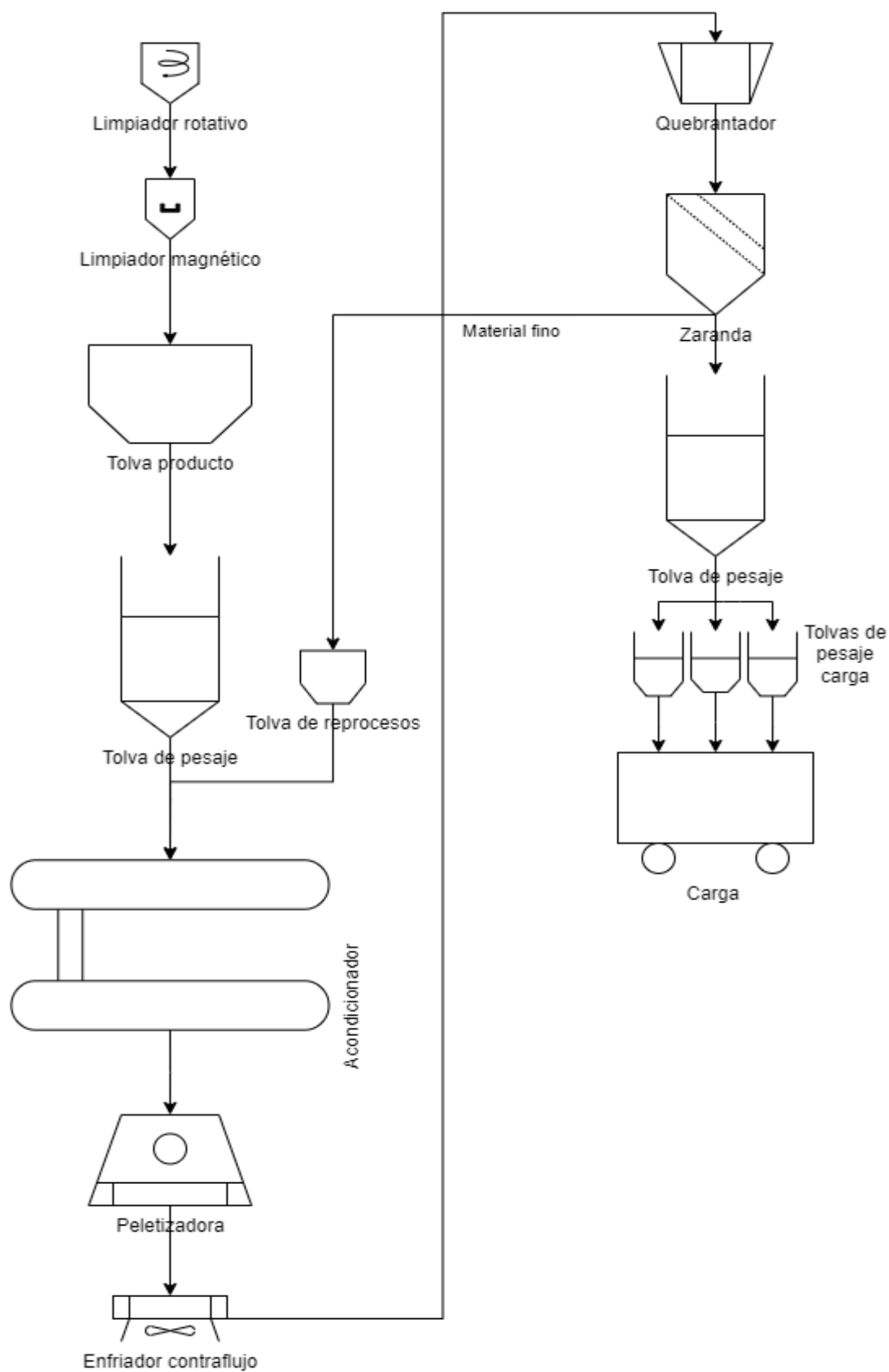
Anexo 1 : Diagrama de flujo simplificado recepción y almacenado, fuente: elaboración propia de acuerdo a planos de Agrosuper.



Anexo 2: Diagrama de flujo simplificado molienda, fuente: elaboración propia de acuerdo a planos de Agrosuper.



Anexo 3: Diagrama de flujo simplificado Dosificación y Mezclado, fuente:elaboración propia de acuerdo a planos de Agrosuper.



Anexo 4: Diagrama de flujo simplificado Peletizado y despacho, fuente: elaboración propia de acuerdo a planos de Agrosuper.

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Zaranda	Rotura de fuelle	Rotura por funcionamiento continuo	Este elemento presenta movimientos continuos que producen un desgaste del material, un continuo funcionamiento del equipo causa que este elemento presente grietas que generan fugas de producto	2	Si	45	90.000	2	Sin impacto a personal de planta	9	Inspección semanal y cambio de fuelle en caso de rotura

Zaranda	Sobre Desgaste de anillo de desgaste	Desgaste por funcionamiento continuo	Como su nombre lo indica, este elemento funciona como un componente de sacrificio en el equipo, su función es recibir el desgaste causado por el trabajo de la máquina y evitar el daño en otros componentes	10	Si	45	450.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección mensual y cambio en caso de desgaste excesivo
Zaranda	Juego excesivo de ensamble de enlace	Aumento de juego por sometimiento a esfuerzos	El sometimiento a esfuerzos por el funcionamiento causa que este equipo pueda presentar holguras, que pueden derivar en el desgaste o rotura de otras piezas,	4	Si	45	180.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección mensual y ajuste de soldadura en caso de presentarse

			ya sea por roces indebidos o por vibraciones excesivas								
Zaranda	Holgura entre bola y casquillo de rodamiento deslizante	Desgaste por roce propio del funcionamiento	El material del que está constituido el casquillo es grafito, por lo que tiene una vida útil determinada, debido al constante roce que tiene en su funcionamiento, este generará holguras que deberán ser inspeccionadas para su cambio en caso de que se requiera	12	Si	45	540.000	0,3	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección mensual y cambio de casquillo de grafito en caso de holgura excesiva

Zaranda	Cables de montaje en mal estado	Deterioro de cables por condiciones propias del ambiente y por presencia de esfuerzos	Los cables de montaje pueden verse afectados por el movimiento de la zaranda, presentando desgaste o cortes de fibras, además de poder presentar corrosión si el ambiente tiene características de humedad, cosa que también puede afectar a la estructura y resistencia del cable	2	si	45	90.000	1	Incapacidad Parcial	12	Inspección mensual y reparación de cables en caso de presentar desperfectos
---------	---------------------------------	---	--	---	----	----	--------	---	---------------------	----	---

Zaranda	Tensión de pantalla inadecuada	Disminución de tensión por funcionamiento	Si la tensión de pantalla no es la suficiente se afecta enormemente el rendimiento de la zaranda, además de propiciar la producción de atoches, que pueden generar otras fallas en el equipo	6	Si	45	270.000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección mensual y aumentar tensión de pantalla en caso de ser necesario
Zaranda	Bajo apriete de tensores	El apriete puede verse afectado por el movimiento propio del funcionamiento	El apriete de los tensores puede verse afectado con el movimiento propio del funcionamiento de la máquina, por lo que se debe inspeccionar de manera frecuente	2	Si	45	90.000	2	Daños que requieren suspensión laboral	15	Inspección mensual, revisión de uniformidad de tensión y apriete en caso de ser necesario

Zaranda	Mal estado de bolas de pantalla	Disminución de tamaño de bolas de limpieza	El tamaño de las bolas va disminuyendo a medida de que su tiempo de uso aumenta, se debe tener en cuenta el tipo de producto que se está procesando y el material de composición de la bola para estimar los tiempos de cambio	6	Si	45	270.000	2	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección mensual, medición y cambio en caso de llegar a la medida mínima recomendada
---------	---------------------------------	--	--	---	----	----	---------	---	----------------------------------	----	--

Zaranda	Desgaste o daño de cabezal de impulsión por falta de lubricación	Desgaste causado por el propio funcionamiento del equipo	El cabezal de impulsión es una parte importante dentro de la transmisión del equipo, su desgaste puede deberse al carácter de la función que cumple, aunque si la lubricación no se le realiza de manera correcta su vida útil puede verse muy afectada	10	Si	45	450.000	0,1	Sin impacto a personal de planta	5	Cambio de aceite semestral
Zaranda	Rotura rodamiento de manivela	Desgaste o rotura por funcionamiento del equipo	Como un rodamiento representa un elemento de sacrificio para el funcionamiento del equipo, este sufrirá desgaste, con	8	Si	45	360.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	8	Lubricación mensual y cambio en caso de desgaste excesivo

			una correcta lubricación alargará su vida útil								
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Anexo 5: Tabla Análisis de criticidad Zaranda, fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Limpiador Magnético 1	Rotura de componentes de imán	Rotura por golpes de elementos ferromagnéticos	Si algún elemento con propiedades ferromagnéticas es de un tamaño más grande de lo usual, puede causar golpes que generan roturas en el sistema del equipo	1	No	35	35.000	0,4	Sin impacto a personal de planta	6	Inspección diaria
Limpiador Magnético 1	Sobrecarga de material en electroimán	Presencia de un exceso de material por falta de limpieza	En caso de que el electroimán no se limpie de manera periódica puede significar una sobrecarga de material en el equipo, lo que puede afectar tanto al rendimiento	1	No	35	35.000	24	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección diaria y limpieza en caso de sobrecarga

			como a la vida útil del equipo								
Limpiador Magnético 1	Acumulación de partículas y suciedad en imán	Suciedad presente en zona de electroimán por las condiciones de trabajo	La suciedad que puede existir en el entorno, sobre todo cuando el equipo está instalado en exteriores, puede causar problemas de funcionamiento, por lo que se debe mantener la limpieza del mismo	1	No	35	35.000	52	Sin impacto a personal de planta	15	Inspección diaria y limpieza de suciedad

Anexo 6: Tabla Análisis de criticidad Limpiador Magnético 1, fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Limpiador Magnético 2	Rotura de componentes de imán	Rotura por golpes de elementos ferromagnéticos	Si algún elemento con propiedades ferromagnéticas es de un tamaño más grande de lo usual, puede causar golpes que generan roturas en el sistema del equipo	1	No	25	25.000	0,4	Sin impacto a personal de planta	6	Inspección diaria

Limpiador Magnético 2	Sobrecarga de material en electroimán	Presencia de un exceso de material por falta de limpieza	En caso de que el electroimán no se limpie de manera periódica puede significar una sobrecarga de material en el equipo, lo que puede afectar tanto al rendimiento como a la vida útil del equipo	1	No	25	25.000	24	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección diaria y limpieza en caso de sobrecarga
Limpiador Magnético 2	Acumulación de partículas y suciedad en imán	Suciedad presente en zona de electroimán por las condiciones de trabajo	La suciedad que puede existir en el entorno, sobre todo cuando el equipo está instalado en exteriores, puede causar problemas de funcionamiento, por lo que se debe mantener la limpieza del mismo	1	No	25	25.000	52	Sin impacto a personal de planta	15	Inspección diaria y limpieza de suciedad

Anexo 7: Tabla Análisis de criticidad Limpiador Magnético 2, fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesbatch -150	Suciedad en zona de celdas de carga, martillo y tolvas de pesaje	Acumulación de suciedad por condiciones de ambiente de trabajo	La acumulación de polvo en el equipo puede significar un problema, ya que puede afectar el funcionamiento eléctrico de los componentes del equipo, la limpieza en este equipo es muy importante ya que cualquier acumulación de producto por la parte interior o exterior del equipo puede significar fallas en el pesaje	1	Si	30	30.000	26	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal y limpieza en caso de ser necesaria

Jesma Jesbatch -150	Empaquetaduras de fondo con rastra en mal estado	Vencimiento de propiedades del material de empaquetaduras por funcionamiento continuo	La presencia de esta falla puede causar fugas de producto hacia el exterior del equipo, lo que, además de generar pérdidas de producción, puede causar averías en alguna parte móvil y además fallas en el pesaje	5	Si	30	150.000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección mensual y reemplazo en caso de encontrarse inutilizable
Jesma Jesbatch -150	Empaquetaduras de dosificación en mal estado	Vencimiento de propiedades del material de empaquetaduras por funcionamiento continuo	La presencia de esta falla puede causar fugas de producto que afecten al funcionamiento de otros equipos y componentes, y que además, signifique una pérdida de producción	5	Si	30	150.000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada 4 meses y reemplazo en caso de encontrarse inutilizable

Jesma Jesbatch -150	Reductores con nivel de aceite bajo	Funcionamiento bajo condiciones poco óptimas causado por fugas	El funcionamiento de un motorreductor con un nivel de aceite bajo o en mal estado puede causar desde una avería prematura y acortar la vida útil del equipo, ya sea debido al desgaste o sobrecalentamiento	2	Si	30	60.000	0,2	Sin impacto a persona l de planta	6	Cambio de aceite cada dos años
---------------------------	---	---	---	---	----	----	--------	-----	--	---	---

Jesma Jesbatch -150	Motor con exceso de ruido	Funcionamiento con ruido por sobre los parámetros de fabricante causado por falta de alineamiento o vibraciones excesivas	El funcionamiento con ruido excesivo puede tener distintas causas, desde falta de una correcta alineación hasta vibraciones excesivas por causa de otros problemas, este tipo de fallas debe solucionarse ya que pueden traer otros problemas como consecuencia, ya que puede afectar el funcionamiento de otros equipos y la disminución de vida útil del motorreductor	4	Si	30	120.000	0,5	Sin impacto a persona l de planta	8	Inspección semestral
---------------------------	------------------------------	--	---	---	----	----	---------	-----	--	---	-------------------------

Jesma Jesbatch -150	Motorreductor con desgaste excesivo	Desgaste causado por funcionamiento s prolongados o por falta de correcta lubricación	El reductor de un equipo puede sufrir desgaste excesivo si no se lubrica de manera correcta, ya que posee una serie de componentes que está sometidos a una gran cantidad de fricción, por lo que si no se les realiza una correcta lubricación puede significar en disminución de vida útil y fallas que signifique un cambio de equipo	4	Si	30	120.000	0,5	Sin impacto a persona l de planta	8	Inspección semestral y cambio de aceite cada 2 años
Jesma Jesbatch -150	Fuga de aceite motorreductor	Falla causada por la presencia de filtraciones en sellos de motorreductor, o bien apriete insuficiente de tornillería	La pérdida de aceite puede traducirse en una falta de material lubricante para el equipo, por lo que es una falla que de no abordarse, puede generar	6	Si	30	180.000	0,1	Sin impacto a persona l de planta	4	Inspección semestral y cambio de retenes cada dos años

			fallas de mayor complejidad								
Jesma Jesbatch -150	Fondo con rastra sin lubricar	Evento causado por falta de lubricación periódica o no usar el tipo correcto de lubricante	La falta de lubricación de este componente puede verse reflejada en un desgaste prematuro que en un caso extremo puede significar un desgaste irreparable del componente en cuestión	2	Si	30	60.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación mensual
Jesma Jesbatch -150	Dosificadores sin lubricar	Evento causado por falta de lubricación periódica o no usar el tipo correcto de lubricante	La falta de lubricación de este componente puede verse reflejada en un desgaste prematuro que en un caso extremo puede significar un desgaste irreparable del componente en cuestión	2	Si	30	60.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación cada 4 meses

Jesma Jesbatch -150	Rodamientos de motorreductor sin lubricación	Desgaste propio del funcionamiento del equipo	Si bien una correcta lubricación puede alargar la vida útil de los rodamientos, son un componente que debe ser reemplazado en caso de mal estado ya que su falla puede generar un problema de mayor complejidad en el equipo	3	Si	30	90.000	1	Sin impacto a persona l de planta	6	Lubricación cada 4 años
---------------------------	--	--	---	---	----	----	--------	---	--	---	-------------------------------

Anexo 8: Tabla Análisis de criticidad Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-150 , fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesbatch-50	Suciedad en zona de celdas de carga, martillo y tolvas de pesaje	Acumulación de suciedad por condiciones de ambiente de trabajo	La acumulación de polvo en el equipo puede significar un problema, ya que puede afectar el funcionamiento eléctrico de los componentes del equipo, la limpieza en este equipo es muy importante ya que cualquier acumulación de producto por la parte interior o exterior del equipo puede significar fallas en el pesaje	1	Si	9	9.000	26	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal y limpieza en caso de ser necesaria

Jesma Jesbatc h-50	Empaquetadura s de fondo con rastra en mal estado	Vencimiento de propiedades del material de empaquetadur as por funcionamiento continuo	La presencia de esta falla puede causar fugas de producto hacia el exterior del equipo, lo que, además de generar pérdidas de producción, puede causar averías en alguna parte móvil y además fallas en el pesaje	5	Si	9	45.000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección mensual y reemplazo en caso de encontrarse inutilizable
Jesma Jesbatc h-50	Empaquetadura s de dosificación en mal estado	Vencimiento de propiedades del material de empaquetadur as por funcionamiento continuo	La presencia de esta falla puede causar fugas de producto que afecten al funcionamiento de otros equipos y componentes, y que además, signifique una pérdida de producción	5	Si	9	45.000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada 4 meses y reemplazo en caso de encontrarse inutilizable

Jesma Jesbatc h-50	Reductores con nivel de aceite bajo	Funcionamient o bajo condiciones poco óptimas causado por fugas	El funcionamiento de un motorreductor con un nivel de aceite bajo o en mal estado puede causar desde una avería prematura y acortar la vida útil del equipo, ya sea debido al desgaste o sobrecalentamien to	2	Si	9	18.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Cambio de aceite cada dos años
--------------------------	---	--	---	---	----	---	--------	-----	---	---	--------------------------------------

Jesma Jesbatc h-50	Motor con exceso de ruido	Funcionamiento con ruido por sobre los parámetros de fabricante causado por falta de alineamiento o vibraciones excesivas	El funcionamiento con ruido excesivo puede tener distintas causas, desde falta de una correcta alineación hasta vibraciones excesivas por causa de otros problemas, este tipo de fallas debe solucionarse ya que pueden traer otros problemas como consecuencia, ya que puede afectar el funcionamiento de otros equipos y la disminución de vida útil del motorreductor	4	Si	9	36.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección semestral
--------------------------	------------------------------	---	--	---	----	---	--------	-----	----------------------------------	---	----------------------

Jesma Jesbatc h-50	Motorreductor con desgaste excesivo	Desgaste causado por funcionamiento s prolongados o por falta de correcta lubricación	El reductor de un equipo puede sufrir desgaste excesivo si no se lubrica de manera correcta, ya que posee una serie de componentes que está sometidos a una gran cantidad de fricción, por lo que si no se les realiza una correcta lubricación puede significar en disminución de vida útil y fallas que signifique un cambio de equipo	4	Si	9	36.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección semestral y cambio de aceite cada 2 años
Jesma Jesbatc h-50	Fuga de aceite motorreductor	Falla causada por la presencia de filtraciones en sellos de motorreductor, o bien apriete insuficiente de tornillería	La pérdida de aceite puede traducirse en una falta de material lubricante para el equipo, por lo que es una falla que de no abordarse, puede generar	6	Si	9	54.000	0,1	Sin impacto a personal de planta	4	Inspección semestral y cambio de retenes cada dos años

			fallas de mayor complejidad								
Jesma Jesbatc h-50	Fondo con rastra sin lubricar	Evento causado por falta de lubricación periódica o no usar el tipo correcto de lubricante	La falta de lubricación de este componente puede verse reflejada en un desgaste prematureo que en un caso extremo puede significar un desgaste irreparable del componente en cuestión	2	Si	9	18.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación mensual
Jesma Jesbatc h-50	Dosificadores sin lubricar	Evento causado por falta de lubricación periódica o no usar el tipo correcto de lubricante	La falta de lubricación de este componente puede verse reflejada en un desgaste prematureo que en un caso extremo puede significar un desgaste irreparable del componente en cuestión	2	Si	9	18.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación cada 4 meses

Jesma Jesbatc h-50	Rodamientos de motorreductor sin lubricación	Desgaste propio del funcionamiento del equipo	Si bien una correcta lubricación puede alargar la vida útil de los rodamientos, son un componente que debe ser reemplazado en caso de mal estado ya que su falla puede generar un problema de mayor complejidad en el equipo	3	Si	9	27.000	1	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación cada 4 años
Jesma Jesbatc h-50	Presión de aire inadecuada	La causa de este evento es causada por posibles obstrucciones en las tuberías del sistema de filtrado	El evento puede causar daños en sistema neumático por alzas de presión, además de generar fallas en la capacidad de filtrado	1	Si	9	9.000	4	Requiere tratamiento o médico	12	Inspección diaria de parámetros

Jesma Jesbatc h-50	Suciedad en bolsas de filtro de manga	Acumulación de suciedad causada por falta de limpieza	La acumulación de suciedad causa bajas en el rendimiento del filtrado, pudiendo causar que el alimento no esté en las condiciones óptimas para su proceso	2	Si	9	18.000	26	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección diaria de estado de bolsas de filtro
Jesma Jesbatc h-50	Separador de agua averiado	Falla causada por la falta de inspecciones o limpieza	La falla del separador de agua puede traer consigo la incapacidad de eliminar la humedad del producto, por lo que las condiciones de trabajo para la producción no serían las óptimas	2	Si	9	18.000	24	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección diaria

Jesma Jesbatc h-50	Valores inadecuados de presión diferencial	Falla causada por irregularidades en sistema neumático	La presión diferencial con valores inadecuados puede afectar en la capacidad de filtrado del sistema, afectando así la calidad final del producto	2	Si	9	18.000	6	Requiere tratamiento o médico	12	Comprobación diaria de funcionamiento
Jesma Jesbatc h-50	Condensado de depósito de aire sin drenar	Falla causada por falta de limpieza e inspecciones periódicas	La no eliminación de la humedad del producto puede generar inconvenientes en procesos posteriores, típicamente se generan atoches debido a acumulación de producto húmedo	3	Si	9	27.000	4	Sin impacto a personal de planta	9	Drenado diario

Jesma Jesbatch-50	Válvulas de control/solenoides fuera de funcionamiento	Falla que puede ser causada por problemas en sistema neumático	El no funcionamiento de estas válvulas puede causar paradas de producción, ya que son las que permiten el funcionamiento del flujo de aire del sistema	4	Si	9	36.000	6	Sin impacto a personal de planta	12	Comprobación diaria de funcionamiento
----------------------	--	--	--	---	----	---	--------	---	----------------------------------	----	---------------------------------------

Anexo 9: Tabla Análisis de criticidad Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-50 , fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesbatch-30	Suciedad en zona de celdas de carga, martillo y tolvas de pesaje	Acumulación de suciedad por condiciones de ambiente de trabajo	La acumulación de polvo en el equipo puede significar un problema, ya que puede afectar el funcionamiento eléctrico de los componentes del equipo, la limpieza en este equipo es muy importante ya que cualquier acumulación de producto por la parte interior o exterior del equipo puede significar fallas en el pesaje	1	Si	0,5	500	26	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal y limpieza en caso de ser necesaria

Jesma Jesbatc h-30	Empaquetadura s de fondo con rastra en mal estado	Vencimiento de propiedades del material de empaquetadur as por funcionamiento continuo	La presencia de esta falla puede causar fugas de producto hacia el exterior del equipo, lo que, además de generar pérdidas de producción, puede causar averías en alguna parte móvil y además fallas en el pesaje	5	Si	0,5	2.500	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección mensual y reemplazo en caso de encontrarse inutilizable
Jesma Jesbatc h-30	Empaquetadura s de dosificación en mal estado	Vencimiento de propiedades del material de empaquetadur as por funcionamiento continuo	La presencia de esta falla puede causar fugas de producto que afecten al funcionamiento de otros equipos y componentes, y que además, signifique una pérdida de producción	5	Si	0,5	2.500	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada 4 meses y reemplazo en caso de encontrarse inutilizable

Jesma Jesbatc h-30	Reductores con nivel de aceite bajo	Funcionamient o bajo condiciones poco óptimas causado por fugas	El funcionamiento de un motorreductor con un nivel de aceite bajo o en mal estado puede causar desde una avería prematura y acortar la vida útil del equipo, ya sea debido al desgaste o sobrecalentamien to	2	Si	0,5	1.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Cambio de aceite cada dos años
--------------------------	---	--	---	---	----	-----	-------	-----	---	---	--------------------------------------

Jesma Jesbatc h-30	Motor con exceso de ruido	Funcionamiento con ruido por sobre los parámetros de fabricante causado por falta de alineamiento o vibraciones excesivas	El funcionamiento con ruido excesivo puede tener distintas causas, desde falta de una correcta alineación hasta vibraciones excesivas por causa de otros problemas, este tipo de fallas debe solucionarse ya que pueden traer otros problemas como consecuencia, ya que puede afectar el funcionamiento de otros equipos y la disminución de vida útil del motorreductor	4	Si	0,5	2.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección semestral
--------------------------	------------------------------	---	--	---	----	-----	-------	-----	----------------------------------	---	----------------------

Jesma Jesbatc h-30	Motorreductor con desgaste excesivo	Desgaste causado por funcionamiento prolongados o por falta de correcta lubricación	El reductor de un equipo puede sufrir desgaste excesivo si no se lubrica de manera correcta, ya que posee una serie de componentes que está sometidos a una gran cantidad de fricción, por lo que si no se les realiza una correcta lubricación puede significar en disminución de vida útil y fallas que signifiquen un cambio de equipo	4	Si	0,5	2.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección semestral y cambio de aceite cada 2 años
Jesma Jesbatc h-30	Fuga de aceite motorreductor	Falla causada por la presencia de filtraciones en sellos de motorreductor, o bien apriete insuficiente de tornillería	La pérdida de aceite puede traducirse en una falta de material lubricante para el equipo, por lo que es una falla que de no abordarse, puede generar	6	Si	0,5	3.000	0,1	Sin impacto a personal de planta	4	Inspección semestral y cambio de retenes cada dos años

			fallas de mayor complejidad								
Jesma Jesbatc h-30	Fondo con rastra sin lubricar	Evento causado por falta de lubricación periódica o no usar el tipo correcto de lubricante	La falta de lubricación de este componente puede verse reflejada en un desgaste prematureo que en un caso extremo puede significar un desgaste irreparable del componente en cuestión	2	Si	0,5	1.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación mensual
Jesma Jesbatc h-30	Dosificadores sin lubricar	Evento causado por falta de lubricación periódica o no usar el tipo correcto de lubricante	La falta de lubricación de este componente puede verse reflejada en un desgaste prematureo que en un caso extremo puede significar un desgaste irreparable del componente en cuestión	2	Si	0,5	1.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación cada 4 meses

Jesma Jesbatc h-30	Rodamientos de motorreductor sin lubricación	Desgaste propio del funcionamiento del equipo	Si bien una correcta lubricación puede alargar la vida útil de los rodamientos, son un componente que debe ser reemplazado en caso de mal estado ya que su falla puede generar un problema de mayor complejidad en el equipo	3	Si	0,5	1.500	1	Sin impacto a personal de planta	6	Lubricación cada 4 años
Jesma Jesbatc h-30	Presión de aire inadecuada	La causa de este evento es causada por posibles obstrucciones en las tuberías del sistema de filtrado	El evento puede causar daños en sistema neumático por alzas de presión, además de generar fallas en la capacidad de filtrado	1	Si	0,5	500	4	Requiere tratamiento o médico	12	Inspección diaria de parámetros

Jesma Jesbatc h-30	Suciedad en bolsas de filtro de manga	Acumulación de suciedad causada por falta de limpieza	La acumulación de suciedad causa bajas en el rendimiento del filtrado, pudiendo causar que el alimento no esté en las condiciones óptimas para su proceso	2	Si	0,5	1.000	26	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección diaria de estado de bolsas de filtro
Jesma Jesbatc h-30	Separador de agua averiado	Falla causada por la falta de inspecciones o limpieza	La falla del separador de agua puede traer consigo la incapacidad de eliminar la humedad del producto, por lo que las condiciones de trabajo para la producción no serían las óptimas	2	Si	0,5	1.000	24	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección diaria

Jesma Jesbatc h-30	Valores inadecuados de presión diferencial	Falla causada por irregularidades en sistema neumático	La presión diferencial con valores inadecuados puede afectar en la capacidad de filtrado del sistema, afectando así la calidad final del producto	2	Si	0,5	1.000	6	Requiere tratamiento o médico	12	Comprobación diaria de funcionamiento
Jesma Jesbatc h-30	Condensado de depósito de aire sin drenar	Falla causada por falta de limpieza e inspecciones periódicas	La no eliminación de la humedad del producto puede generar inconvenientes en procesos posteriores, típicamente se generan atoches debido a acumulación de producto húmedo	3	Si	0,5	1.500	4	Sin impacto a personal de planta	9	Drenado diario

Jesma Jesbatch-30	Válvulas de control/solenoides fuera de funcionamiento	Falla que puede ser causada por problemas en sistema neumático	El no funcionamiento de estas válvulas puede causar paradas de producción, ya que son las que permiten el funcionamiento del flujo de aire del sistema	4	Si	0,5	2.000		Sin impacto a personal de planta	6	12	Comprobación diaria de funcionamiento
----------------------	--	--	--	---	----	-----	-------	--	----------------------------------	---	----	---------------------------------------

Anexo 10: Tabla Análisis de criticidad Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-30 , fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Jesma Jesintak e 2	Falla celdas de carga	Falla con causas posibles en conexiones por suciedad acumulada	Falla que deriva en errores o incluso imposibilidad de llevar a cabo un correcto pesaje de producto, esta falla deriva en un truncamiento de todos los procesos que se realizan a continuación de este	6	No	135	810.000	2	Sin impacto a personal de planta	15	Inspección y limpieza semanal

Jesma Jesintak e 2	Tolva de pesaje en mal estado	Presencia de daños por golpes o posibles roturas agrietamiento por corrosión	Este tipo de fallas se presentan debido al impacto que pueda tener el ambiente sobre el equipo, ya que al estar al exterior, puede verse afectado con la humedad y otros factores ambientales que generan corrosión, dicha corrosión genera debilitamientos de la estructura que pueden generar grietas o roturas mayores	4	No	135	540.000	0,1	Sin impacto a personal de planta	5	Inspección y limpieza semanal
Jesma Jesintak e 2	Sobrepresión en filtro	Falla causada por exceso de suciedad en filtros	Presión excesiva que puede ser debido a obstrucciones, que, además de afectar en el funcionamiento del equipo, pueden generar averías mayores en el	6	No	135	810.000	6	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal

			equipo, como el reviente de mangueras								
Jesma Jesintak e 2	Juego en compuertas	Producido por la constante apertura y cierre del equipo	Debido a la constante apertura y cierre de las compuerta, la sujeción de las mismas comienza a generar juego, que puede afectar el funcionamiento y el cierre correcto de estas	3	No	135	405.000	0,2	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada 4 meses
Jesma Jesintak e 2	Suciedad excesiva en filtro	Evento causado por la falta de limpiezas periódicas del filtro	La falta de limpieza del filtro puede generar otros problemas, como lo puede ser obstrucción de tuberías, que afecta directamente al funcionamiento del sistema hidráulico del equipo, sobrecalentamient o, por la obstrucción del filtro o incluso	3	No	135	405.000	6	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección y limpieza semestral

			bajas de rendimiento ya que el producto no será filtrado correctamente								
Jesma Jesintak e 2	Fugas de producto por sellos en mal estado	Vencimiento de material de los sellos del equipo	Las fugas de producto debido a sellos en mal estado pueden producir bajas en el rendimiento del equipo, además de pérdidas de producto, que también pueden afectar al funcionamiento de equipos cercanos a la tolva	4	No	135	540.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección semestral y cambio en caso de ser necesario
Jesma Jesintak e 2	Fallas de frecuencia de pulso inverso	Falla de funcionamiento en filtro causada por falla electrónica	Esta falla puede causar errores en el filtrado que se realiza a la materia prima	2	No	135	270.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	6	Comprobación semestral

Jesma Jesintak e 2	Falla electroválvulas	Falla causada por múltiples factores, desde golpes, suciedad excesiva o incluso fallas de conexión	La falla puede causar problemas en el funcionamiento del sistema neumático del equipo, lo que puede llevar consigo un cese de producción	3	No	135	405.000	2	Sin impacto a personal de planta	12	Comprobación semestral
Jesma Jesintak e 2	Falla válvulas de diafragma	Falla causada por múltiples factores, desde golpes, suciedad excesiva o incluso fallas de conexión	La falla puede causar problemas en funcionamiento de flujo de aire del equipo	3	No	135	405.000	3	Sin impacto a personal de planta	12	Comprobación semestral
Jesma Jesintak e 2	Falla motor filtro	Falla causada principalmente por fallas eléctricas o por un desgaste excesivo del equipo	Falla que causa interrupción de filtrado de producto por parte del equipo y que puede causar presencia excesiva de polvo o suciedad en producto	5	No	135	675.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección semestral

Jesma Jesintak e 2	Falla Ventilador filtro	Causada por fallas eléctricas o rotura de piezas por desgaste	Interrupción de ventilación de filtro que puede llevar a cabo problemas de obstrucción, además en caso de roturas de ventilador pueden existir daños asociados al equipo	5	No	135	675.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección semestral
Jesma Jesintak e 2	Suciedad excesiva en elementos filtrantes	Falla causada por no realizar limpiezas al equipo con periodicidad	La falla puede acarrear problemas de sobrecalentamiento y obstrucción en el sistema, además también puede verse afectada la calidad del producto	4	No	135	540.000	12	Sin impacto a personal de planta	15	Inspección y limpieza semestral
Jesma Jesintak e 2	Sellos de filtro con desgaste excesivo	Desgaste causado por el propio funcionamiento del equipo	Falla que puede causar problemas en la calidad del filtrado y que trae por consiguiente bajas en la calidad del producto	4	No	135	540.000	0,5	Sin impacto a personal de planta	10	Inspección anual y reemplazo en caso de problemas requerirse

Jesma Jesintake 2	Obstrucción tuberías filtro	Causadas por exceso de suciedad en el filtro del equipo	Falla que puede tener asociados problemas en el filtrado y posibles fallas por sobrepresión	5	No	135	675.000	4	Requiere tratamiento o médico	18	Inspección en búsqueda de obstrucciones
----------------------	--------------------------------	---	--	---	----	-----	---------	---	-------------------------------------	----	--

Anexo 11: Tabla Análisis de criticidad Tolva de flujo Jesma Jesintake 2000-2 , fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Poeth spot filter	Sobrecalentamiento del motor	Causada principalmente por falta de limpieza que disminuye la capacidad de ventilación	Sobrecalentamiento usualmente causado por la presencia excesiva de suciedad, puede traer asociadas averías irreparables debido a que el motor se quema, o interrupciones del funcionamiento del equipo	2	No	No aplica	No aplica	0,2	incapacidad Parcial	20	Inspección y limpieza semanal

Poeth spot filter	Suciedad excesiva de separador de polvo	Falla causada por la falta de limpieza en el equipo	Problema que puede traer fallas en otros equipos y principalmente en la calidad del filtrado que se está llevando a cabo	4	No	No aplica	No aplica	3	incapacidad Parcial	18	Inspección y limpieza semanal
Poeth spot filter	Conexiones de equipo eléctrico en mal estado	Falla causada por condiciones de ambiente de trabajo poco favorables	La mala conexión o el estado defectuoso de cables puede traer consigo problemas como errores de conexión o en el peor de los casos una falla eléctrica que pueda generar otro tipo de problemas como posibles incendios	3	No	No aplica	No aplica	2	incapacidad Parcial	15	Inspección y verificación de daños semanal
Poeth spot filter	Falla funcionamiento ventilador	Falla causada principalmente por trabajo en ambientes con presencia de	La falla causa problemas en la función primordial del filtro, ya que sin el funcionamiento del ventilador no se tiene capacidad de	4	No	No aplica	No aplica	0,5	incapacidad Parcial	12	Verificación de correcto funcionamiento o mensual

		mucha suciedad	succión del aire a limpiar								
Poeth spot filter	Suciedad en cartuchos de aire limpio	Causada por exceso de suciedad en sistema	Falla que produce que se pierda la capacidad de filtrar de manera eficiente, lo que puede generar sobrecalentamientos y puede propiciar la presencia de polvo en suspensión en zonas de la planta en donde pueden generar explosiones en caso de la presencia de chispa producida por algún equipo	5	No	No aplica	No aplica	3	incapacidad Parcial	18	Inspección mensual y cambio anual
Poeth spot filter	Fugas de polvo en filtro	Falla con origen en deterioro de sellos del equipo	Falla por deterioro de material que puede generar liberaciones de polvo de grano en suspensión pudiendo generar riesgos de explosiones en	5	No	No aplica	No aplica	0,5	incapacidad Parcial	12	Inspección cada 4 meses y reemplazo de sellos si se requiere

			caso de presencia de chispas producidas por un equipo								
Poeth spot filter	Bolsa de filtro rota	Falla causada por desgaste excesivo y falta de cambios periódicos de bolsas de filtros	La rotura de bolsas de filtros se puede considerar como una falla que se traduce en la pérdida de eficiencia de filtrado, que puede conllevar en la presencia de polvo de granos en suspensión que puede generar explosiones en caso de la generación de chispas por parte de un equipo	5	No	No aplica	No aplica	0,2	incapacida d Parcial	12	Inspección cada 4 meses y reemplazo si se requiere
Poeth spot filter	Presión excesiva en recipiente de amortiguamiento	Falla causada principalmente por la presencia de suciedad excesiva	Falla que puede causar bajas en la calidad del filtrado por obstrucciones, además de corre peligro de dañar algún componente	4	No	No aplica	No aplica	0,5	incapacida d Parcial	12	Inspección cada 4 meses

			del equipo por el alza de presión								
Poeth spot filter	Polvo acumulado en zona de aire limpio	Falla causada por la falta de limpiezas periódicas	Evento que puede afectar la eficiencia del filtrado y causar problemas en zonas donde no debería existir suciedad	2	No	No aplica	No aplica	3	incapacida d Parcial	15	Inspección semestral y limpieza
Poeth spot filter	Falla válvulas de diafragma	Falla causada por golpes o fallas eléctricas	Falla que puede causar problemas en el flujo de aire del equipo	3	No	No aplica	No aplica	3	incapacida d Parcial	15	Verificación anual de correcto funcionamiento

Anexo 12: Tabla Análisis de criticidad Filtros Spot, fuente: Elaboración Propia

Equipo	Contexto	Identificación	Análisis	Tiempo medio de reparación (Horas)	Pérdida de disponibilidad	Pérdida de producción (T/h)	Costo Producción (\$)	Frecuencia (fallas/año)	Impacto al personal	Criticidad	Tratamiento
Rosco Barredor Morillon	Suciedad excesiva en grupo de control	Falta de limpiezas periódicas	La suciedad en el grupo de control puede causar fallas en los componentes eléctricos que se encuentran ahí como lo es el caso del motor, lo que puede derivar en el no funcionamiento del equipo	2	No	60	120000	2	Sin impacto al personal de planta	9	Inspección y limpieza semanal
Rosco Barredor Morillon	Apriete inadecuado motor de rosco	Principalmente causada por falla de mantención o vibraciones excesivas	Falla que puede tener asociado un mal funcionamiento y roturas debido a la mala fijación del motorreductor a su base	4	No	60	240000	1	Sin impacto al personal de planta	8	Revisión semanal de limpieza, estado de lubricación y apriete de tornillería

Rosco Barredor Morillon	Desgaste transmisión rosco (poleas y correas)	Causada por funcionamiento propio del equipo	Falla que si no se monitorea, puede llevar a problemas graves como lo es el corte de correas o la rotura de las poleas, que afectan causan una interrupción en el funcionamiento del equipo	6	No	60	360000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección semanal, desgaste, tensión de poleas y correas
-------------------------	---	--	---	---	----	----	--------	-----	----------------------------------	---	---

Rosco Barredor Morillon	Fugas de aceite en reductor	Falla de sellos de equipo	La falla puede causar problemas de desgaste excesivo de engranajes por falta de aceite además de problemas con la temperatura de trabajo del equipo, esta falla puede estar asociada a un mal apriete que evite que los sellos cumplan su función o bien los sellos se encuentran en mal estado debido a pérdida de sus propiedades óptimas de trabajo	5	No	60	300000	0,1	Sin impacto a persona l de planta	4	Inspección semanal en caso de fugas, reemplazar sellos
-------------------------------	-----------------------------------	------------------------------	--	---	----	----	--------	-----	--	---	--

Rosco Barredor Morillon	Mal apriete de tornillos reductor	Causado por error de mantención o bien vibraciones excesivas del equipo	Evento causado por el funcionamiento propio del equipo aunque puede verse acentuado en el caso de que el motorreductor presente vibraciones excesivas en el funcionamiento, este tipo de falla puede generar distintos tipos de errores dependiendo de que zona del motorreductor sea afectada, este tipo de fallas puede causar problemas de mayor envergadura si no se toman medidas	4	No	60	240000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección semanal y reapriete en caso de ser necesario
-------------------------	-----------------------------------	---	--	---	----	----	--------	---	----------------------------------	---	---

Rosco Barredor Morillon	Juego eje reductor	Juego causado por desgaste y desajuste propio del funcionamiento del equipo	Esta falla puede traer asociados problemas de funcionamiento, además de que el desajuste se puede acentuar con el equipo funcionando en mal estado	10	No	60	600000	1	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal y verificación de presencia de juego
Rosco Barredor Morillon	Juego o desperfectos eje intermedio	Desgaste de material propio del funcionamiento del equipo	Si se presenta juego en el eje intermedio puede verse afectado el rendimiento del equipo, además de esto el juego puede acentuarse con el funcionamiento del equipo en estas condiciones lo que puede derivar en una falla de mayor gravedad en el equipo	10	No	60	600000	0,5	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal y revisión de estado rodamiento

Rosco Barredor Morillon	Suciedad excesiva en rueda de avance	Falla causada por falta de limpieza periódica en el equipo	Falla que puede causar pérdidas de rendimiento en el equipo	2	No	60	120000	2	Sin impacto a personal de planta	9	Inspección semanal, revisión de componentes y limpieza de rueda de avance
Rosco Barredor Morillon	Desgaste excesivo tornillo de despeje	Desgaste causado por funcionamiento propio del equipo	Desgaste que puede causar problemas de rendimiento o en el peor de los casos presentar una rotura debido al desgaste	9	No	60	540000	0,2	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección semanal, revisión de estado general
Rosco Barredor Morillon	Desgaste excesivo o rotura de corona	Desgaste causado por funcionamiento propio del equipo	Si bien el desgaste es natural en este tipo de componentes, un desgaste excesivo puede llevar a una rotura que puede derivar en paradas de producción y daños en otras	10	No	60	600000	0,2	Sin impacto a personal de planta	12	Inspección cada dos semanas, búsqueda de desgaste elevado o roturas

			zonas del equipo								
Rosco Barredo r Morillon	Apriete inadecuado pernos de viga	Falla causada por falta de mantenimiento o vibraciones por sobre los parámetros de funcionamiento	Un apriete inadecuado puede derivar en problemas de funcionamiento como lo puede ser el desprendimiento o de algún componente asociado o daños que puedan afectar a la estructura y por consiguiente al rendimiento del equipo	4	No	60	240000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada dos semanas y reapriete en caso de ser necesario

Rosco Barredor Morillon	Apriete inadecuado pernos de roscas	Falla causada por falta de mantenimiento o vibraciones por sobre los parámetros de funcionamiento	Un apriete inadecuado puede derivar en problemas de funcionamiento como lo puede ser el desprendimiento de algún componente asociado o daños que puedan afectar a la estructura y por consiguiente al rendimiento del equipo	4	No	60	240000	0,5	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada dos semanas y reapriete en caso de ser necesario
Rosco Barredor Morillon	Cepillos en mal estado	Desgaste propio del funcionamiento del equipo	La falla puede causar problemas en la capacidad de limpieza del rosco, si bien este desgaste es propio del funcionamiento del equipo, se debe tener en	7	No	60	420000	0,2	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección cada dos semanas, búsqueda de desgaste de fibras, objetos extraños y correcta posición

			cuenta el desgaste para el correcto funcionamiento								
Rosco Barredo r Morillon	Mal estado de cables de conexión de sensor de posición	Falla causada por ambiente de trabajo del equipo	El estado de las conexiones es primordial para asegurar un buen funcionamiento del equipo, si bien puede ser un problema fácil de monitorear, puede causar fallas que signifiquen interrupciones de producción	4	No	60	240000	1	Sin impacto a persona l de planta	8	Inspección y verificación de funcionamient o cada 2 semanas

Rosco Barredor Morillon	Falla de funcionamiento sensor de nivel	Falla causada por posibles golpes o por fallas eléctricas en el equipo	El no funcionamiento de sensores condiciona completamente al equipo ya que al no poseer referencias dada por los sensores, los roscos no pueden iniciar ni detener su funcionamiento	4	No	60	240000	1	Sin impacto a personal de planta	8	Inspección de funcionamiento cada 2 semanas
Rosco Barredor Morillon	Mal estado de aceite de engranaje en ángulo	Evento causado por falta de lubricación periódica del equipo	La mala condición del aceite se traduce en falta de correcta lubricación, que genera un alto desgaste en el equipo, acortando su vida útil y poniendo en riesgo el funcionamiento continuo y la	5	No	60	300000	2	Sin impacto a personal de planta	12	Cambio de aceite cada 2 semanas

			disponibilidad del equipo								
Rosco Barredor Morillon	Bajo nivel de grasa rodamientos rueda de avance	Evento causado por falta de lubricación periódica del equipo	La falta de lubricación lleva consigo el desgaste prematuro de los rodamientos, acortando su vida útil y aumentando el riesgo de colapso del rodamiento	3	No	60	180000	1	Sin impacto a personal de planta	6	Engrasado semanal
Rosco Barredor Morillon	Bajo nivel de grasa rodamientos tornillo de despeje	Evento causado por falta de lubricación periódica del equipo	La falta de lubricación lleva consigo el desgaste prematuro de los rodamientos, acortando su vida útil y aumentando el riesgo de colapso del rodamiento	3	No	60	180000	1	Sin impacto a personal de planta	6	Engrasado semanal

Rosco Barredor Morillon	Bajo nivel de grasa corona	Evento causado por falta de lubricación periódica del equipo	Un bajo nivel de grasa en la corona puede verse traducido en una avería por desgaste excesivo de los engranajes de la corona que puede generar roturas y paradas de producción	3	No	60	180000	1	Sin impacto a personal de planta	6	Engrasado cada 2 semanas
-------------------------	----------------------------	--	--	---	----	----	--------	---	----------------------------------	---	--------------------------

Anexo 13: Tabla Análisis de criticidad Rosco barredor Morillon, fuente: Elaboración Propia

Matriz de criticidad Zaranda						
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Fre cuen cia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	3	0	0	2	0	0
	2	0	5	2	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
Impacto						

Anexo 14: Matriz de criticidad Zaranda, fuente: elaboración propia

Matriz de criticidad Limpiador Magnético 1						
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Fre cuen cia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	2	0	0
	3	0	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	0
	1	0	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
Impacto						

Anexo 15: Matriz de criticidad limpiador magnético 1, fuente: elaboración propia

Matriz de criticidad Limpiador Magnético 2						
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Fre cuen cia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	2	0	0
	3	0	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	0
	1	0	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
Impacto						

Anexo 16: Matriz de criticidad limpiador magnético 2, fuente: elaboración propia

		Matriz de criticidad Jesma Jesbatch-150				
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	1	0	0
	3	0	0	0	0	0
	2	0	8	0	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
		Impacto				

Anexo 16: Matriz de criticidad Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-150 , fuente: elaboración propia

		Matriz de criticidad Jesma Jesbatch-50				
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	3	0	0
	3	0	1	2	0	0
	2	0	8	0	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
		Impacto				

Anexo 17: Matriz de criticidad Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-50 , fuente: elaboración propia

		Matriz de criticidad Jesma Jesbatch-300				
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	3	0	0
	3	0	1	2	0	0
	2	0	8	0	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
		Impacto				

Anexo 18: Matriz de criticidad Tolva de pesaje Jesma Jesbatch-300 , fuente: elaboración propia

Matriz de criticidad Jesma Jesintake 2000-2						
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	3	0	0	6	1	0
	2	0	6	0	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
Impacto						

Anexo 19: Matriz de criticidad Tolva de flujo Jesma Jesintake 2000, fuente: elaboración propia

Matriz de criticidad Rosco Morillon						
		Criticidad				
		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta
Frecuencia	5	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	3	0	2	1	0	0
	2	0	11	4	0	0
	1	1	0	0	0	0
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
Impacto						

Anexo 20: Matriz de criticidad Rosco barredor Morillon , fuente: elaboración propia

Subsistema: Transmisión			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
1.1.1	9	Se genera juego por sometimiento a esfuerzos	0,2	Detención	-	Alineación y recambio de piezas	4	0,8

						desgas tadas		
1.1.2	3	Rodamien to se desgasta	0,3	Detención	-	Cambi o de rodami entos	12	3,6
1.1.3	90	Desgaste de engranaje s	0,1	Detención	-	Cambi o de engran ajes	10	1
1.1.4	1	Rodamien to se desgasta o rompe	0,4	Detención	-	Cambi o de rodami entos	8	3,2
1.1.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 21: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de transmisión de Zaranda, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Transmisión			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
1.1.1	8	8	Desalineación	Sometimiento a esfuerzos constantes	Vibración	-
1.1.2	12	12	Desgaste	Rozamiento constante	Ruido y vibración	-
1.1.3	5	5	Desgaste	Rozamiento constante	Ruido y vibración	-
1.1.4	8	8	Desgaste	Rozamiento constante	Ruido y vibración	-
1.1.5	-	-	-	-	-	-

Anexo 22 : Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de transmisión de zaranda, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Soporte			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad

1.3.1	1	Se genera desgaste de cables por esfuerzos	1	Detención	-	Cambio de cables	2	2
1.3.2	1	Tensión disminuye por movimiento	2	Detención	-	Aumentar tensión	2	4

Anexo 23: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de soporte de zaranda, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Soporte			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
1.3.1	12	12	Desgaste	Sometimiento a esfuerzos constantes	Desgaste y daños en cables	-
1.3.2	15	15	Tensores sueltos	Vibraciones y movimiento de trabajo	Movimiento excesivo	-

Anexo 24: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de soporte de zaranda, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Cuerpo			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
1.2.1	1	Se genera juego por sometimiento a esfuerzos	2	Fuga de producto	-	Cambio de componente	2	4
1.2.2	1	Malla	1	Obstrucción	-	Ajustar	6	6

		pierde tensión		ión con producto		tensión de malla		
1.2.3	1	Desgaste de bolas	2	Obstrucción con producto	-	Cambio de bolas	6	12
1.2.4	1	Anillo se desgasta	0,5	Fuga de producto	-	Cambio de rodamientos	10	5

Anexo 25: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de cuerpo de zaranda, fuente: elaboración propia

Subsistema: Cuerpo			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
1.2.1	9	9	Rotura	Sometimiento a esfuerzos constantes	Fuga de producto y presencia de roturas	-
1.2.2	8	8	Holgura	Movimiento constante	Atoche	-
1.2.3	12	12	Desgaste	Rozamiento constante	Atoche	-
1.2.4	10	10	Desgaste	Rozamiento constante	Fuga de producto	-

Anexo 26: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de cuerpo de zaranda, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Dosificadores			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
2.1.1.1	1	Nivel de aceite bajo	0,2	Nivel de aceite bajo acorta vida útil	-	Cambio de aceite a niveles correspondientes	2	0,4

				de reductor				
2.1.1.2	1	Exceso de ruido	0,5	Desgaste o problemas de alineación causan ruidos impropios del funcionamiento normal	-	Alineación y recambio en caso de desgaste	4	2
2.1.1.2	1	Desgaste de motorreductor	0,5	Engranajes de motorreductor presentan desgaste que puede afectar el óptimo funcionamiento	-	Cambio de piezas en caso de presentar desgaste excesivo	4	2
2.1.1.3	1	Fuga de aceite	0,1	Perdida de aceite que puede afectar a la vida útil del equipo	-	Reemplazo de empaquetaduras en mal estado	6	0,6
2.1.1.4	1	Rodamientos sin lubricación	1	Falta de material lubricante que causa aumento de desgaste por fricción	-	Lubricación correspondiente o cambio en caso de daño excesivo	3	3

2.1.2.1	10	Empaquetaduras en mal estado	1	Desgaste de empaquetaduras por funcionamiento prolongado	-	Cambio de empaquetaduras	5	5
2.1.2.2	10	Fondo con rastra sin lubricar	0,2	Falta de material de lubricación por uso prolongado	-	Lubricación correspondiente	2	0,4
2.1.3.1	9	Empaquetaduras en mal estado	1	Desgaste de empaquetaduras por funcionamiento prolongado	-	Cambio de empaquetaduras	5	5
2.1.3.2	9	Rosco sin lubricar	0,2	Falta de material de lubricación por uso prolongado continuo	-	Lubricación correspondiente	2	0,4

Anexo 27: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de dosificadores de tolva de pesaje Jesbatch-150, fuente: elaboración propia

Subsistema: Dosificadores			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
2.1.1.1	6	6	Lubricación	Trabajo constante de	Visor de nivel acusa nivel de aceite	-

				motorreduc tor	inadecuado	
2.1.1.2	8	8	Desalineaci ón	Sometimien to a esfuerzos constantes	Vibraciones indebidas y ruido	-
2.1.1.2	8	8	Desgaste	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-
2.1.1.3	4	4	Perdida de aceite	Desgaste por vida útil de material	Presencia de fugas de aceite	-
2.1.1.4	6	6	Lubricación	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-
2.1.2.1	8	8	Desgaste	Desgaste por vida útil de material	Falla hermeticidad equipo	-
2.1.2.2	6	6	Lubricación	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-
2.1.3.1	8	8	Desgaste	Desgaste por vida útil de material	Falla hermeticidad equipo	-
2.1.3.2	6	6	Lubricación	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-

Anexo 28: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de dosificadores de tolva de pesaje Jesbatch-150, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
2.2.1	1	Suciedad	26	Afecta a precisión de pesaje	Acumulación de suciedad causa problema	Limpieza de zona de celdas de carga	1	26

					as de calibración			
2.2.2	1	Suciedad	26	Afecta a efectividad de martillo	Suciedad puede afectar en funcionamiento del cilindro del martillo	Limpieza de martillo y cilindro de martillo	1	26
2.2.3	1	Suciedad	26	Afecta a precisión de pesaje	Presencia de acumulación de polvo puede causar fallas en la dosificación de producto	Limpieza y eliminación de acumulaciones de producto en tolva	1	26
2.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 29: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de pesaje de tolva de pesaje Jesbatch-150, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
2.2.1	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Presencia de polvo y valores incongruentes en pesaje	-
2.2.2	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Acumulación de polvo y falla en funcionamiento	-

2.2.3	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Acumulación de polvo y valores incongruentes en pesaje	-
2.2.4	-	-	-	-	-	-
2.2.5	-	-	-	-	-	-

Anexo 30: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de pesaje de tolva de pesaje Jesbatch-150, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Dosificadores			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
3.1.1.1	1	Nivel de aceite bajo	0,2	Nivel de aceite bajo acorta vida útil de reductor	-	Cambio de aceite a niveles correspondientes	2	0,4
3.1.1.2	1	Exceso de ruido	0,5	Desgaste o problemas de alineación causan ruidos impropios del funcionamiento normal	-	Alineación y recambio en caso de desgaste	4	2
3.1.1.2	1	Desgaste de motorreductor	0,5	Engranajes de motor reductor presentan desgaste que puede afectar el óptimo	-	Cambio de piezas en caso de presentar desgaste excesivo	4	2

				funciona miento				
3.1.1.3	1	Fuga de aceite	0,1	Perdida de aceite que puede afectar a la vida útil del equipo	-	Reempla zo de empaqu etaduras en mal estado	6	0,6
3.1.1.4	1	Rodamie ntos sin lubricaci ón	1	Falta de material lubricant e que causa aumento de desgaste por fricción	-	Lubricaci ón correspo ndiente o cambio en caso de daño excesivo	3	3
3.1.2.1	10	Empaqu etaduras en mal estado	1	Desgast e de empaqu etaduras por funciona miento prolonga do	-	Cambio de empaqu etaduras	5	5
3.1.2.2	10	Fondo con rastra sin lubricar	0,2	Falta de material de lubricaci ón por uso prolonga do continuo	-	Lubricaci ón correspo ndiente	2	0,4
3.1.3.1	9	Empaqu etaduras en mal estado	1	Desgast e de empaqu etaduras por funciona miento prolonga do	-	Cambio de empaqu etaduras	5	5

3.1.3.2	9	Rosco sin lubricar	0,2	Falta de material de lubricación por uso prolongado	-	Lubricación correspondiente	2	0,4
---------	---	--------------------	-----	---	---	-----------------------------	---	-----

Anexo 31: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de dosificadores de tolva de pesaje Jesbatch-50, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Dosificadores			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla component e	Causa falla de component e	Síntomas observables	Síntomas externos
3.1.1.1	6	6	Lubricación	Trabajo constante de motorreduc tor	Visor de nivel acusa nivel de aceite inadecuado	-
3.1.1.2	8	8	Desalineaci ón	Sometimien to a esfuerzos constantes	Vibraciones indebidas y ruido	-
3.1.1.2	8	8	Desgaste	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-
3.1.1.3	4	4	Perdida de aceite	Desgaste por vida útil de material	Presencia de fugas de aceite	-
3.1.1.4	6	6	Lubricación	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-
3.1.2.1	8	8	Desgaste	Desgaste por vida útil de material	Falla hermeticida d equipo	-
3.1.2.2	6	6	Lubricación	Sometimien to a fricción constante	Ruido	-
3.1.3.1	8	8	Desgaste	Desgaste por vida útil de material	Falla hermeticida d equipo	-

3.1.3.2	6	6	Lubricación	Sometimiento a fricción constante	Ruido	-
---------	---	---	-------------	-----------------------------------	-------	---

Anexo 32: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de dosificadores de tolva de pesaje Jesbatch-50, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
3.2.1	1	Suciedad	26	Afecta a precisión de pesaje	Acumulación de suciedad causa problemas de calibración	Limpieza de zona de celdas de carga	1	26
3.2.2	1	Suciedad	26	Afecta a efectividad de martillo	Suciedad puede afectar en funcionamiento del cilindro del martillo	Limpieza de martillo y cilindro de martillo	1	26
3.2.3	1	Suciedad	26	Afecta a precisión de pesaje	Presencia de acumulación de polvo puede causar fallas en la dosificación de producto	Limpieza y eliminación de acumulaciones de producto en tolva	1	26
3.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 33: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de pesaje de tolva de pesaje Jesbatch-50, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
3.2.1	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Presencia de polvo y valores incongruentes en pesaje	-
3.2.2	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Acumulación de polvo y falla en funcionamiento	-
3.2.3	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Acumulación de polvo y valores incongruentes en pesaje	-
3.2.4	-	-	-	-	-	-
3.2.5	-	-	-	-	-	-

Anexo 34: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de pesaje de tolva de pesaje Jesbatch-50, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
3.3.1	1	Suciedad en bolsas de filtro	26	Pérdida efectividad de filtrado,	Producto con concentraciones de polvo indebidas	Cambio de aceite a niveles correspondientes	2	52
3.3.2	1	Presión por sobre parámetros normales	4	Daños a sistema neumático por sobrepresión	Pérdida de efectividad en filtrado de	Eliminación de obstrucciones	1	4

		s			producto			
3.3.3	1	Avería separador de agua	24	Acumulación de agua en separador que entorpece el proceso de filtrado	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Limpieza separador o cambio en caso de requerirse	2	48
3.3.4	1	Valor de presión diferencial inadecuado	6	La presión de trabajo del equipo no se encuentra en parámetros normales de funcionamiento	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Eliminación de obstrucciones	2	12
3.3.5	1	Depósito de condensado sin drenar	3	Exceso de condensado en depósito que entorpece capacidad de filtrado	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Limpieza y drenado de equipo	4	12
3.3.6	10	Falla de funcionamiento válvulas de control	4	Falla de funcionamiento	-	Cambio de válvula	6	24

Anexo 35: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de filtrado de tolva de pesaje Jesbatch-50, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
3.3.1	12	12	Suciedad	Propio del trabajo del equipo	Suciedad evidente en bolsas de filtro de manga	-
3.3.2	12	12	Obstrucción	Presencia de elementos extraños en sistema neumático	Alza de indicadores de presión	-
3.3.3	12	12	Acumulación de agua	Falta de limpieza constante de separador	Presencia de niveles de agua altos en separador	-
3.3.4	12	12	Obstrucción	Diferencial de presión muy alto	Alza de indicadores de presión diferencial	-
3.3.5	9	9	Acumulación de condensado	Falta de drenado de depósito de condensado	Alto nivel de condensado en depósito	-
3.3.6	12	12	Falla válvula	Válvula de control fuera de funcionamiento	Válvula no abre ni cierra	-

Anexo 36: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de filtrado de tolva de pesaje Jesbatch-50, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Dosificadores			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
4.1.1.1	1	Nivel de aceite bajo	0,2	Nivel de aceite bajo acorta vida útil de reductor	-	Cambio de aceite a niveles correspondientes	2	0,4
4.1.1.2	1	Exceso de ruido	0,5	Desgaste o problemas de alineación causan ruidos impropios del funcionamiento normal	-	Alineación y recambio en caso de desgaste	4	2
4.1.1.2	1	Desgaste de motorreductor	0,5	Engranajes de motorreductor presentan desgaste que puede afectar el óptimo funcionamiento	-	Cambio de piezas en caso de presentar desgaste excesivo	4	2
4.1.1.3	1	Fuga de aceite	0,1	Perdida de aceite que puede afectar a la vida útil del equipo	-	Reemplazo de empaquetaduras en mal estado	6	0,6

4.1.1.4	1	Rodamientos sin lubricación	1	Falta de material lubricante que causa aumento de desgaste por fricción	-	Lubricación correspondiente o cambio en caso de daño excesivo	3	3
4.1.2.1	10	Empaquetaduras en mal estado	1	Desgaste de empaquetaduras por funcionamiento prolongado	-	Cambio de empaquetaduras	5	5
4.1.2.2	10	Fondo con rastra sin lubricar	0,2	Falta de material de lubricación por uso prolongado continuo	-	Lubricación correspondiente	2	0,4
4.1.3.1	9	Empaquetaduras en mal estado	1	Desgaste de empaquetaduras por funcionamiento prolongado	-	Cambio de empaquetaduras	5	5
4.1.3.2	9	Rosco sin lubricar	0,2	Falta de material de lubricación por uso prolongado	-	Lubricación correspondiente	2	0,4

Anexo 37: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de dosificadores de tolva de pesaje Jesbatch-30, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Dosificadores			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
4.1.1.1	6	6	Lubricación	Trabajo constante de motorreductor	Visor de nivel acusa nivel de aceite inadecuado	-
4.1.1.2	8	8	Desalineación	Sometimiento a esfuerzos constantes	Vibraciones indebidas y ruido	-
4.1.1.2	8	8	Desgaste	Sometimiento a fricción constante	Ruido	-
4.1.1.3	4	4	Perdida de aceite	Desgaste por vida útil de material	Presencia de fugas de aceite	-
4.1.1.4	6	6	Lubricación	Sometimiento a fricción constante	Ruido	-
4.1.2.1	8	8	Desgaste	Desgaste por vida útil de material	Falla hermeticidad equipo	-
4.1.2.2	6	6	Lubricación	Sometimiento a fricción constante	Ruido	-
4.1.3.1	8	8	Desgaste	Desgaste por vida útil de material	Falla hermeticidad equipo	-
4.1.3.2	6	6	Lubricación	Sometimiento a fricción constante	Ruido	-

Anexo 38: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de dosificadores de tolva de pesaje Jesbatch-30, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
4.2.1	1	Suciedad	26	Afecta a precisión de pesaje	Acumulación de suciedad causa problemas de calibración	Limpieza de zona de celdas de carga	1	26
4.2.2	1	Suciedad	26	Afecta a efectividad de martillo	Suciedad puede afectar en funcionamiento del cilindro del martillo	Limpieza de martillo y cilindro de martillo	1	26
4.2.3	1	Suciedad	26	Afecta a precisión de pesaje	Presencia de acumulación de polvo puede causar fallas en la dosificación de producto	Limpieza y eliminación de acumulaciones de producto en tolva	1	26
4.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 39: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de pesaje de tolva de pesaje Jesbatch-30, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
4.2.1	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Presencia de polvo y valores incongruentes en pesaje	-
4.2.2	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Acumulación de polvo y falla en funcionamiento	-
4.2.3	12	12	Falta de limpieza	Acumulación de polvo de grano molido	Acumulación de polvo y valores incongruentes en pesaje	-
4.2.4	-	-	-	-	-	-
4.2.5	-	-	-	-	-	-

Anexo 40: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de pesaje de tolva de pesaje Jesbatch-30, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
4.3.1	1	Suciedad en bolsas de filtro	26	Pérdida efectividad de filtrado,	Producto con concentraciones de polvo indebidas	Cambio de aceite a niveles correspondientes	2	52
4.3.2	1	Presión por sobre parámetros normales	4	Daños a sistema neumático por sobrepresión	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Eliminación de obstrucciones	1	4

4.3.3	1	Avería separador de agua	24	Acumulación de agua en separador que entorpece el proceso de filtrado	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Limpieza separador o cambio en caso de requerirse	2	48
4.3.4	1	Valor de presión diferencial inadecuado	6	La presión de trabajo del equipo no se encuentra en parámetros normales de funcionamiento	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Eliminación de obstrucciones	2	12
4.3.5	1	Depósito de condensado sin drenar	3	Exceso de condensado en depósito que entorpece capacidad de filtrado	Pérdida de efectividad en filtrado de producto	Limpieza y drenado de equipo	4	12
4.3.6	10	Falla de funcionamiento válvulas de control	4	Falla de funcionamiento	-	Cambio de válvula	6	24

Anexo 41: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de filtrado de tolva de pesaje Jesbatch-30, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
4.3.1	12	12	Suciedad	Propio del trabajo del equipo	Suciedad evidente en bolsas de filtro de manga	-
4.3.2	12	12	Obstrucción	Presencia de elementos extraños en sistema neumático	Alza de indicadores de presión	-
4.3.3	12	12	Acumulación de agua	Falta de limpieza constante de separador	Presencia de niveles de agua altos en separador	-
4.3.4	12	12	Obstrucción	Diferencial de presión muy alto	Alza de indicadores de presión diferencial	-
4.3.5	9	9	Acumulación de condensado	Falta de drenado de depósito de condensado	Alto nivel de condensado en depósito	-
4.3.6	12	12	Falla válvula	Válvula de control fuera de funcionamiento	Válvula no abre ni cierra	-

Anexo 42: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de filtrado de tolva de pesaje Jesbatch-30, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
5.1.1	1	Suciedad en celdas de carga	2	El no funcionamiento de las celdas causa errores de flujo del producto	-	Limpieza y revisión de conexiones	6	12
5.1.2	1	Daños en tolva de pesaje	0,1	La tolva presenta golpes o roturas que pueden afectar el funcionamiento general del equipo	-	Cambio en caso de presentar daños	4	0,4
5.1.3	2	Juego en compuertas	0,2	Las compuertas presentan juego por las cargas que recibe	-	Reapriete y lubricación	3	0,6
5.1.4	1	Sellos en mal estado	0,5	La presencia de sellos en mal estado puede causar fugas de producto o presencia de humedad no deseada en el proceso	-	Cambio de sellos en mal estado	4	2

Anexo 43: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de pesaje de tolva de flujo Jesintake 2000, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Pesaje			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
5.1.1	15	15	Suciedad	Acumulación de suciedad por funcionamiento	Zona de celdas de carga presenta acumulaciones de polvo	-
5.1.2	5	5	Desgaste	Golpes pueden generar roturas que eventualmente presenten corrosión debido a que el equipo se encuentra en exterior	Golpes y roturas	-
5.1.3	8	8	Desgaste	Apertura y cierre constante	Soltura de compuertas	-
5.1.4	10	10	Desgaste	Vencimiento de propiedades de material de componente	Fuga de producto	-

Anexo 44: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de pesaje de tolva de flujo JesIntake 2000, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos					
Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación	Tiempo de detención	Indisponibilidad
5.2.1	1	Presión diferencial alta	6	Genera problemas en la calidad del filtrado y puede generar daños por sobrepre	-	Eliminación de obstrucción en caso de presentarse	3	18

				si3n				
5.2.2	1	Suciedad excesiva en filtro	6	Se presenta exceso de suciedad en filtro que merma la capacida d de filtrado	-	Limpieza de filtros	3	18
5.2.3	1	Falla en pulso inverso	0,5	La frecuenci a del filtrado por pulso inverso no es la correcta	-	Calibraci3n de la frecuenci a de trabajo	2	1
5.2.4	1	V3lvulas de control presenta n fallas de funciona miento	2	Falla en funciona miento que puede afectar el flujo de aire del sistema de filtrado	-	Reemplaz o de v3lvula	3	6
5.2.5	1	Falla de funciona miento motor	3	La principal causa son fallas el3ctrica s que produce n aver3as en el circuito del equipo	-	Revisi3n de motor y cambio en caso de ser necesario	3	9

5.2.6	1	Falla funcionamiento ventilador filtro	0,5	El desgaste por funcionamiento continuo puede causar la detención del equipo	-	Revisión de ventilador y reemplazo en caso de ser necesario	5	2,5
5.2.7	1	Sellos de filtro	0,5	Vencimiento de material sellos	-	Reemplazo en caso de fugas	4	2
5.2.8	1	Falla en tuberías de filtro	4	Obstrucción por exceso de suciedad en sistema de aire	-	Eliminación de obstrucción en caso de presentarse	5	20
5.2.9	1	Falla de electroválvula	3	Falla en funcionamiento que puede afectar el flujo de aire del sistema de filtrado	-	Reemplazo de válvula	3	9

Anexo 45: Individualización de los modos de falla y cuantificación de la criticidad y sus eventos de filtrado de tolva de flujo Jesintake 2000, fuente: elaboración propia.

Subsistema: Filtrado			Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico			
Código	Criticidad de proceso	Índice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa falla de componente	Síntomas observables	Síntomas externos
5.2.1	12	12	Sobrepresión	Obstrucción por suciedad en sistema de	Indicadores de presión diferencial con niveles	-

				aire	altos	
5.2.2	12	12	Suciedad	Funcionamiento propio del equipo	Capacidad de filtrado limitada	-
5.2.3	6	6	Falla eléctrica	Desprogramación por falla de energía	Frecuencia de pulso inverso no es correcta	-
5.2.4	12	12	Falla válvula	Causada por falla eléctrica	Sistema de aire no funciona correctamente	-
5.2.5	10	10	Falla eléctrica	Sobreesfuerzo o falla por uso continuo	Detención de equipo	-
5.2.6	10	10	Desgaste	Uso continuo	Ruidos inusuales o detención de equipo	-
5.2.7	10	10	Desgaste	Vencimiento de vida útil de material de sello	Cambio de sellos en caso de fugas	-
5.2.8	18	18	Obstrucción	Obstrucción por suciedad en sistema de aire del equipo	Eliminación de obstrucciones	-
5.2.9	12	12	Falla válvula	Causada por falla eléctrica	Cambio de válvula	-

Anexo 46: Análisis de causa de falla e individualización del componente crítico de filtrado de tolva de flujo JesIntake 2000, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Zaranda			
N°	Plan	Detalle	Pág Cat
1	PA 1S INSP Y LIMP ZARANDA	inspección fuelles de conexión, revisar roturas o deformaciones	9

2	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección fuelles de conexión de conjunto de entrada deslizante , revisar roturas o deformaciones	11
3	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección ranura indicadora de desgaste de anillo de desgaste	
4	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	verificar si ensamble de enlace de arrastre presenta soltura	40
5	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección de ensamble rodamiento deslizante, verificar si hay holgura entre la bola y el casquillo	40
6	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección clips de tensión de pantalla, verificar si presentan daño o deformación	30
7	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección sellos de marco de pantalla, verificar si presentan desgaste, daños por compression, fugas y daños por calor	31
8	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	verificar tensión de las sujeciones del marco de pantalla	25
9	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección montajes de cables, verificar si presentan óxido o raeduras	5
10	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	inspección tensores, verificar si tensión es uniforme y revisar apriete de tuercas de seguridad	6

Componentes Planes de mantenimiento

Plan	Componente	Cantidad	n° de piezas
PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	Bolas de limpieza de mallas (1 3/8")		1
PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	Grasa NGLI grado 2	10 gramos	1
PA 6M CAMBIO DE COMPONENTES ZARANDA	Aceite hidráulico ISO 150	11.4 litros	1

Planes de cambio de componentes Zaranda

N°	Plan	Detalle	Pág cat
1	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	Cambio de bolas de limpieza de mallas, cambiar según tamaño utilizado	37

2	PA 6M CAMBIO DE COMPONENTES ZARANDA	Cambio de aceite Cabezal de impulsión	1
Planes de lubricación Zaranda			
N°	Plan	Detalle	Pág cat
1	PA 1M INSP Y LIMP ZARANDA	Engrasar rodamiento de manivela	1
		Según Manual ROTEX	
		Según recomendaciones de lubricación ROTEX	

Anexo 47: Plan de mantenimiento de zarandas, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Jesma Jesbatch-150			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-150	Limpieza zona celdas de carga	19
2	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-150	Limpieza alrededor de martillo neumático	19
3	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-150	Limpieza alrededor de tolva de pesaje	19
4	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Inspección empaquetaduras fondo con rastra	37
5	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Inspección empaquetaduras dosificación	47
6	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Comprobar ruidos de funcionamiento de motorreductores	45
7	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Comprobar nivel de aceite de motorreductores	45
8	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-150	Limpiar tapón de venteo de motorreductores o cambiar en caso de ser	48

		necesario	
	PA 10A INSP GENERAL 9 MOTORREDUCTORES	Revisión general	49

Componentes planes de mantenimiento

Plan	Componente	Cantidad	N° de piezas
PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Grasa	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-150	Aceite motorreductor	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-150	Retenes de motorreductor	8	1

Planes de cambio de componentes Jesma Jesbatch-150

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-150	Cambiar aceite de motorreductores	47
2	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-150	Cambiar retenes del eje del motorreductor	48

Planes de lubricación

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Lubricación empaquetaduras de fondo con rastra	37
2	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH -150	Lubricación empaquetaduras dosificación	47
3	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-150	Relubricar motorreductores con grasa y eliminar grasa sobrante	46
4	PA 4A LUBRICACIÓN MOTORREDUCTORES	Reengrasar rodamientos del reductor	49

Manual Jesma Jesbatch-150

Manual Motorreductores Nord

Anexo 48: Plan de mantenimiento de Tolva de pesaje MIDI-Ingredientes, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Jesma Jesbatch-50			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1D INSP Y LIMP FILTROS DE MANGA	Comprobar presión de aire comprimido, según especificaciones técnicas	37
2	PA 1D INSP Y LIMP FILTROS DE MANGA	Comprobar si hay una capa de polvo en bolsas de filtro sueltas	30
3	PA 1D INSP Y LIMP FILTROS DE MANGA	Comprobar correcto funcionamiento del separador de agua	37
4	PA 1D INSP Y LIMP FILTROS DE MANGA	Comprobar cambios de presión diferencial en las bolsas de filtro	36
5	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-50	Limpieza zona celdas de carga	19
6	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-50	Limpieza alrededor de martillo neumático	19
7	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-50	Limpieza alrededor de tolva de pesaje	19
8	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-50	Drenar Condensado del depósito de aire comprimido	37
9	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-50	Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de control/solenoides	30
10	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Inspección empaquetaduras fondo con rastra	38
11	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Inspección empaquetaduras dosificación	49
12	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Comprobar ruidos de funcionamiento de motorreductores	45
13	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Comprobar nivel de aceite de motorreductores	45
14	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-50	Limpiar tapón de venteo de motorreductores o cambiar en caso de ser necesario	48

15	PA 10A INSP GENERAL MOTORREDUCTORES	Revisión general	49
Componentes planes de mantenimiento			
Plan	Componente	Cantidad	N° de piezas
PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Grasa	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-50	Aceite motorreductor	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-50	Retenes de motorreductor	16	1

Planes de cambio de componentes Jesma Jesbatch-50			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-50	Cambiar aceite de motorreductores	47
2	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-50	Cambiar retenes del eje del motorreductor	48
	Después de las primeras 300 horas	Cambio de aceite engranaje filtros	
Planes de lubricación			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Lubricación empaquetaduras de fondo con rastra	38
2	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH -50	Lubricación empaquetaduras dosificación	49
3	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-50	Relubricar motorreductores con grasa y eliminar grasa sobrante	46
4	PA 4A LUBRICACIÓN JESBATCH-50	Reengrasar rodamientos del reductor	49
		Manual Jesma Jesbatch-50 MICROS	
		Manual Motorreductores Nord	
		Manual Filtros de Manga Andritz	

Anexo 49: Plan de mantenimiento de Tolva de pesaje MICRO-Ingredientes, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Jesma Jesbatch-30			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar presión de aire comprimido, según especificaciones técnicas	37
2	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar si hay una capa de polvo en bolsas de filtro sueltas	30
3	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar correcto funcionamiento del separador de agua	37
4	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar cambios de presión diferencial en las bolsas de filtro	36
5	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza zona celdas de carga	19
6	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza alrededor de martillo neumático	19
7	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza alrededor de tolva de pesaje	19
8	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Inspección empaquetaduras fondo con rastra	
9	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Drenar Condensado del depósito de aire comprimido	37
10	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de control/solenoides	31
11	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Inspección empaquetaduras dosificación	43
12	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar ruidos de funcionamiento de motorreductores	45
13	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar nivel de aceite de motorreductores	45

14	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpiar tapón de venteo de motorreductores o cambiar en caso de ser necesario	48
15	PA 10A INSP GENERAL MOTORREDUCTORES	Revisión general	49

Componentes planes de mantenimiento

Plan	Componente	Cantidad	N° de piezas
PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Grasa	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Aceite motorreductor	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Retenes de motorreductor	6	1

Planes de cambio de componentes Jesma Jesbatch-30

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar aceite de motorreductores	47
2	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar retenes del eje del motorreductor	48
	Después de las primeras 300 horas	Cambio de aceite engranaje filtros	

Planes de lubricación

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras de fondo con rastra	
2	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras dosificación	43
3	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Relubricar motorreductores con grasa y eliminar grasa sobrante	46
4	PA 4A LUBRICACION JESBATCH-30	Reengrasar rodamientos del reductor	49

		Manual Jesma Jesbatch-30 Nano	
		Manual Motorreductores Nord	
		Manual Filtros de Manga Andritz	

Anexo 50: Plan de mantenimiento de Tolva de pesaje NANO-Ingredientes, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Jesma Jesbatch-30			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar presión de aire comprimido, según especificaciones técnicas	37
2	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar si hay una capa de polvo en bolsas de filtro sueltas	30
3	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar correcto funcionamiento del separador de agua	37
4	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar cambios de presión diferencial en las bolsas de filtro	36
5	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza zona celdas de carga	19
6	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza alrededor de martillo neumático	19
7	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza alrededor de tolva de pesaje	19
8	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Inspección empaquetaduras fondo con rastra	
9	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Drenar Condensado del depósito de aire comprimido	37
10	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de control/solenoides	31
11	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Inspección empaquetaduras dosificación	43
12	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar ruidos de funcionamiento de	45

		motorreductores	
13	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar nivel de aceite de motorreductores	45
14	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpiar tapón de venteo de motorreductores o cambiar en caso de ser necesario	48
15	PA 10A INSP GENERAL MOTORREDUCTORES	Revisión general	49

Componentes planes de mantenimiento

Plan	Componente	Cantidad	N° de piezas
PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Grasa	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Aceite motorreductor	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Retenes de motorreductor	4	1

Planes de cambio de componentes Jesma Jesbatch-30

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar aceite de motorreductores	47
2	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar retenes del eje del motorreductor	48
	Después de las primeras 300 horas	Cambio de aceite engranaje filtros	

Planes de lubricación

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras de fondo con rastra	
2	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras dosificación	43
3	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Relubricar motorreductores con grasa y eliminar grasa sobrante	46

Planes de cambio de componentes Jesma Jesbatch-30			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar aceite de motorreductores	47
2	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar retenes del eje del motorreductor	48
	Después de las primeras 300 horas	Cambio de aceite engranaje filtros	
Planes de lubricación			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras de fondo con rastra	
4	PA 4A LUBRICACION JESBATCH-30	Reengrasar rodamientos del reductor	49
		Manual Jesma Jesbatch-30 Nano	
		Manual Motorreductores Nord	
		Manual Filtros de Manga Andritz	

Anexo 51: Plan de mantenimiento de Tolva de pesaje Medicados 1, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Jesma Jesbatch-30			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar presión de aire comprimido, según especificaciones técnicas	37
2	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar si hay una capa de polvo en bolsas de filtro sueltas	30
3	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar correcto funcionamiento del separador de agua	37
4	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar cambios de presión diferencial en las bolsas de filtro	36

5	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza zona celdas de carga	19
6	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza alrededor de martillo neumático	19
7	PA 1S INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpieza alrededor de tolva de pesaje	19
8	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Inspección empaquetaduras fondo con rastra	
9	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Drenar Condensado del depósito de aire comprimido	37
10	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de control/solenoides	31
11	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Inspección empaquetaduras dosificación	43
12	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar ruidos de funcionamiento de motorreductores	45
13	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Comprobar nivel de aceite de motorreductores	45
14	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Limpiar tapón de venteo de motorreductores o cambiar en caso de ser necesario	48
15	PA 10A INSP GENERAL MOTORREDUCTORES	Revisión general	49

Componentes planes de mantenimiento

Plan	Componente	Cantidad	N° de piezas
PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Grasa	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Aceite motorreductor	No especificada	No aplica
PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Retenes de motorreductor	4	1

Planes de cambio de componentes Jesma Jesbatch-30

--	--	--	--

N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar aceite de motorreductores	47
2	PA 2A INSP Y LIMP JESBATCH-30	Cambiar retenes del eje del motorreductor	48
	Después de las primeras 300 horas	Cambio de aceite engranaje filtros	
Planes de lubricación			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras de fondo con rastra	
2	PA 4M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Lubricación empaquetaduras dosificación	43
3	PA 6M INSP Y LIMP JESBATCH-30	Relubricar motorreductores con grasa y eliminar grasa sobrante	46
4	PA 4A LUBRICACION JESBATCH-30	Reengrasar rodamientos del reductor	49
		Manual Jesma Jesbatch-30 Nano	
		Manual Motorreductores Nord	
		Manual Filtros de Manga Andritz	

Anexo 52: Plan de mantenimiento de Tolva de pesaje Medicados 2, fuente: elaboración propia.

Planes de inspección y limpieza Limpiador magnético Goudsmit			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1D INSP Y LIMP LIMP MAGNÉTICO	Inspeccionar Imán en busca de piezas rotas o desgastadas	25
2	PA 1D INSP Y LIMP LIMP MAGNÉTICO	Comprobar si el núcleo del imán se encuentra sobrecargado con partículas ferromagnéticas, si es el caso, realizar limpieza	25

3	PA 1D INSP Y LIMP LIMP MAGNÉTICO	Inspeccionar si se han roto o faltan avisos de seguridad	25
4	PA 1D INSP Y LIMP LIMP MAGNÉTICO	Limpieza de electroimán	25

Planes de lubricación			
N°	Plan	Detalle	Cat Pag.
1	PA 1M LUBRICACIÓN LIMP MAGNÉTICO	Lubricación bisagras de puertas	25

Anexo 53: Plan de mantenimiento de Limpiadores magnéticos, fuente: elaboración propia.