

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia		Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(1)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Darwin Quintero Mora		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Mecánica		
DIRECTOR	Esp. Jhon Arévalo Toscano		
TÍTULO DE LA TESIS	Diseño del Mantenimiento Basada en RCM “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” del molino Raymond YGM 160 de la Empresa Minerales Micronizados del Magdalena S.A.S		
TITULO EN INGLES	Maintenance Design Based on RCM "Maintenance Focused on Reliability" of the Raymond YGM 160 mill of the Empresa Minerales Micronizados del Magdalena S.A.S		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>Este documento trata sobre la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para un molino Raymon el cual se llevo con diferentes pautas para llegar a su estructuración y la implementación del mismo con el apoyo de el personal que rodea al molino.</p> <p>Llevado a cabo con distintos métodos y normas SAE lo cual ayudo a llevar una buena estructuración del mismo y eficacia en la empresa.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>This document deals with the implementation of a reliability-focused maintenance plan for a Raymon mill, which was carried out with different guidelines to reach its structuring and its implementation with the support of the personnel surrounding the mill.</p> <p>Carried out with different methods and SAE standards which helped to carry out a good structuring of it and efficiency in the company.</p>			
PALABRAS CLAVES	RCM, Mantenimiento. Confiabilidad, centrado, Minerales, Micronizados, Magdalena, Molino, Raymond, YGM.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	RCM, Maintenance. Reliability, centering, Minerals, Micronized, Magdalena, Mill, Raymond, YGM.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 84	PLANOS: 3	ILUSTRACIONES: 38	CD-ROM:1



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
 atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**Diseño del mantenimiento basada en RCM “mantenimiento centrado en confiabilidad” del
molino RAYMOND YGM 160 de la empresa MINERALES MICRONIZADOS DEL
MAGDALENA S.A.S**

Darwin Quintero Mora (181435)

Facultad de Ingenierías, Universidad Fráncico de Paula Santander Ocaña

Plan de Estudios de Ingeniería Mecánica

Esp. Jhon Arévalo Toscano

22 de Agosto de 2022

Índice

Resumen.....	9
Introducción	10
Capítulo 1. Diseño del mantenimiento basada en RCM “mantenimiento centrado en confiabilidad” del molino de la empresa MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA S.A.S	12
1.1 Descripción de la empresa.....	12
1.1.1 Misión.....	13
1.1.2 Visión.	13
1.1.3 Objetivos de la empresa.....	13
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.	13
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.	14
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.	15
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.3 Objetivos de la pasantía.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.	16
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la empresa.	17
Capítulo 2. Enfoques referenciales.....	18
2.1 Enfoque conceptual.....	18

	3
2.2 Enfoque legal.....	23
Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	24
3.1 Presentación de Resultados	24
3.1.1 Diagnosticar el orden prioritario de los activos por medio de la información proporcionada del operador para el molino Raymond YGM 160.....	24
3.1.2 Identificar la criticidad de las partes que componen el molino mediante inspección en el historial de falla para determinar su impacto operacional.	32
3.1.3 Diseñar el plan de mantenimiento proactivo que se deben ejecutarse según el análisis de cada fallo funcional	55
Capítulo 4.Diagnostico Final	67
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Referencias.....	70
Apéndice	73

Listado de Tablas

Tabla 1 Matriz DOFA.	15
Tabla 2 Descripción de las actividades a desarrollar.	17
Tabla 3 Normatividad.....	23

Listado de Figuras

Figura 1 Estructura Jerárquica de la empresa Minerales Micronizados del Magdalena.....	14
Figura 2 Proceso de la Barita.....	24
Figura 3 Proceso primario	25
Figura 4 Cadena de producción	26
Figura 5 Wisser	27
Figura 6 Funcionamiento de la planta.....	28
Figura 7 Proceso de empaquetado	29
Figura 8 Cuarto de maquinas.....	30
Figura 9 Información de la empresa	31
Figura 10 Ciclo del producto dentro del molino.....	32
Figura 11 Charla de mantenimiento al Pasante	33
Figura 12 Trituradora.....	35
Figura 13 Banda Transportadora	36
Figura 14 Zaranda.....	37
Figura 15 Tolva.....	38
Figura 16 Péndulo	39
Figura 17 Clasificador de partículas	40
Figura 18 Ventilador	41
Figura 19 Clasificador Dinámico.....	42
Figura 20 hoja de información análisis del Admisión del material al molino “Trituradora”	43
Figura 21 Hoja de información del análisis de la banda transportadora.....	43

Figura 22 Hoja de información del Análisis de la Zaranda clasificadora	44
Figura 23 Hoja de información de la tolva.....	45
Figura 24 Hoja de información del análisis de los péndulos.....	46
Figura 25 Hoja de análisis del WISSER	47
Figura 26 Hoja de análisis del Ventilador.....	48
Figura 27 Diagrama de Decisiones.....	49
Figura 28 Diagrama de decisiones de la trituradora de mandíbula.....	51
Figura 29 Diagrama de decisiones de la Banda transportadora.....	51
Figura 30 Diagrama de decisiones de la Zaranda clasificadora	52
Figura 31 Diagrama de decisiones de la Tolva.....	52
Figura 32 Diagrama de decisiones Péndulo	53
Figura 33 Diagrama de decisiones "Wisser"	53
Figura 34 Diagrama de decisiones Ventilador	54
Figura 35 Reparación de mandíbula	56
Figura 36 Tención en correas del motor.....	57
Figura 37 Desmonte del cabezote del molino	58
Figura 38 Limpieza para el cambio de plato	59
Figura 39 Desmonte de base Masa	60
Figura 40 Péndulo desarmado	61
Figura 41 Piñón para cambio.....	62
Figura 42 Anillo a Cambiar.....	63
Figura 43 Socialización con operadores.....	64
Figura 44 Ingreso del RCM al plan de mantenimiento	65

Figura 45 Socialización del RCM.....66

Listado de Apéndices

Apéndice A Diagrama del molino Raymon 160.....	74
Apéndice B Check List de la banda trasportador.....	75
Apéndice C Check List de la trituradora.....	76
Apéndice D <i>Check List del molino</i>	77
Apéndice E Ficha técnica de la zaranda de barita.....	78
Apéndice F Ficha técnica de la banda trasportadora.....	79
Apéndice G Ficha técnica del molino Raymon YGM 160.....	80
Apéndice H Ficha técnica de la banda trasportadora al molino.....	81
Apéndice I Formato hoja de información RCM II.....	82
Apéndice J <i>Corrosión de las bandas de la trituradora</i>	83
Apéndice K Adecuación del parque de recepción y almacenaje de material.....	84

Resumen

Los diferentes tipos de fallo en cualquier tipo de industria son garrafales que crean gastos de recursos y pérdida de tiempo en funcionamiento. Para este se implementa la creación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad 'RCM' en el molino de la planta de producción de Minerales Micronizados del Magdalena S.A.S. con la ayuda del operario como el departamento de mantenimiento de la planta ya que este personal es el que se encuentra atento y posee una noción de sus distintos modos de falla y funcionamiento del molino.

Al establecer con ellos los diferentes sistemas críticos, los cuales conllevan a un alto nivel de relevancia como la entrada y salida de material como el sistema de molienda 'molino'. La consecuencia de dichos análisis tomamos la decisión de intervenir el sistema central del molino con mantenimientos preventivos a los distintos subsistemas.

Al llevar a cabo las distintas actividades planteadas con el funcionamiento del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad se concluyó que era el plan más adecuado e idóneo para las necesidades del molino como las de la empresa.

Introducción

Durante mucho tiempo se implemento tipos de mantenimiento clásicos como predictivo o correctivo. Esto no cumplía las necesidades específicas de cada maquina y no se adecuaba a dichas necesidades de la maquinaria por mas que sea un producto de características idénticas se tenían en cuenta dichos factores específicos al realizar el mantenimiento.

El RCM ‘Mantenimiento centrado en la confiabilidad’ nació ya que en 1950 la aviación a nivel del planeta ocurría sesenta accidentes por cada millón de vuelos todos estos generalmente eran por fallas en el equipo, esto hizo interesarse al gobierno de estados unidos el cual pidió un reporte de los planes de mantenimiento que se estaban usando en la aviación, este fue escrito por Nowlan y Howard de United Airlines. Este informe fue publicado en 1978 que se tituló RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE ‘RCM’ (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) a un después de tanto tiempo se sigue considerando uno de los documentos mas importantes a nivel de mantenimiento.

Teniendo en cuenta el RCM en el molino Raymond de la empresa Minerales Micronizados del Magdalena S.A.S. al tomar las distintas actividades y modos de funcionamiento del plan con sus distintas tomas de decisiones las cuales establecimos gracias al primer objetivo Diagnosticar el orden prioritario de los activos por medio de la información proporcionada del operador para el molino Raymond YGM 160, que se pudo apreciar el funcionamiento del molino después realizar esto con el objetivo dos Identificar la criticidad de las partes que componen el molino mediante inspección en el historial de falla para determinar su impacto operacional, gracias al tiempo y la recopilación de información se estableció ciertos criterios a la hora de reaccionar a las fallas o el actuar ante ellas por esto ultimo ya el objetivo tres Diseñar el plan de mantenimiento proactivo que se debe ejecutar según el análisis de cada

fallo funcional en base del RCM, teniendo los distintos factores desde distintos puntos de vista del personal, operario, personal, etc.

Se estableció que todos estuviera de alguna forma involucrados ya que por su tiempo dentro de la empresa se desarrolla un sentido de pertenencia y también de accionamiento ante la primera línea de ciertas fallas y se les explicó como fueron integrados dentro del mismo como obviamente también se le hizo recomendaciones a la empresa para así llevar una óptima ejecución de las actividades como en el accionar de las mismas.

Capítulo 1. Diseño del mantenimiento basada en RCM “mantenimiento centrado en confiabilidad” del molino de la empresa MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA S.A.S

1.1 Descripción de la empresa.

MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA S.A.S es una empresa familiar ubicada en el kilómetro 8 vía alterna Ciénaga- Santa Marta creada para el año 2016. Su actividad económica principal consiste en la trituración de piedra mineral Barita, obteniendo de ella material pulverizado para su comercialización a empresas encargadas de perforar pozos petroleros, su socio fundador Carlos Julio Soto tuvo la idea de llegar al mercado de la industria petrolera para ofrecer un producto más económico en el sector de empresas productoras de Barita.(Magdalena, 2022)

¿Porque Santa Marta? La estrategia de mercadeo de ubicar el molino en el departamento del Magdalena fue con el objetivo de estar cerca de las minas de donde se explota el mineral, para poder bajar los costos de producción, competir en el mercado ofreciendo un producto de buena calidad, cumpliendo con las entregas a menor tiempo y ofreciendo un precio más económico.(Magdalena, 2022)

El proceso de construcción y ejecución del proyecto tardo un año, al cabo del cual se completó 80 % en su creación, superando obstáculos hasta alcanzar la meta de los primeros envíos a los pozos petroleros de Villavicencio con la multinacional Baker Hughes de Colombia; actualmente la empresa cuenta con 16 empleados y eventualmente se contratan por obra o labor hasta 25 para atender necesidades de sobreproducción. (Magdalena, 2022)

1.1.1 Misión.

Minerales Micronizados del Magdalena, mediante el mejoramiento de sus procesos y productos busca satisfacer las necesidades de nuestros clientes en cuanto a la calidad, servicios y precios competitivos, además de proveer productos y servicios de alta calidad. Cumpliendo con los estándares de seguridad, basados en el mejoramiento continuo de nuestros procesos, utilizando tecnología de punta y recursos humanos debidamente capacitados, contribuyendo a la sociedad con la generación de empleo y forjando cultura ciudadana para la conservación del medio ambiente.(Magdalena, 2022)

1.1.2 Visión.

MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA se consolidará como una empresa líder a nivel nacional, identificada por su eficacia, calidad, innovación y satisfacción del cliente; contribuyendo con el desarrollo continuo de la sociedad y preservación del medio ambiente. Con la más alta tecnología, rompiendo mercados y con un prestigio nacional, garantizando la eficiencia y eficacia de nuestros servicios.(Magdalena, 2022)

1.1.3 Objetivos de la empresa.

La empresa Minerales Micronizados del Magdalena tiene como objetivo la venta de productos que cumplan con todos los estándares de calidad requeridos por sus clientes, así como el objetivo de posicionarse como una de las principales empresas a nivel nacional en la producción de Barita por tu precio competitivo y altos estándares.

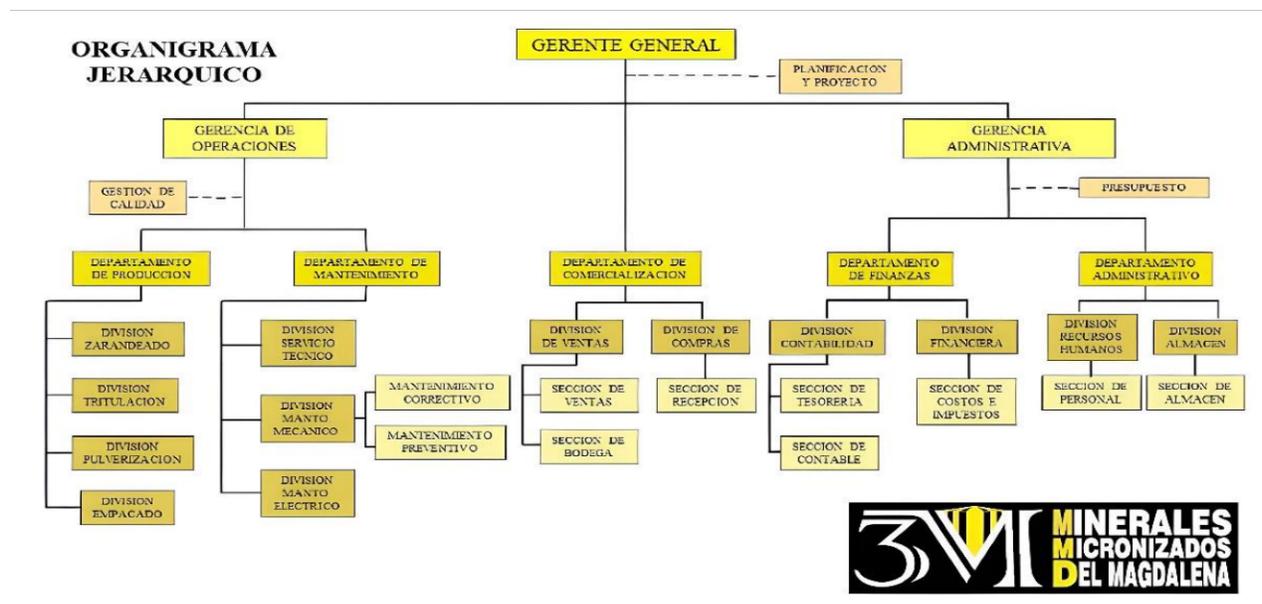
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.

La empresa de Minerales Micronizados del Magdalena establece su estructura organizacional teniendo principalmente al gerente general, de donde se dividen dos gerencias las cuales son operaciones y administrativa. De estas gerencias se dividen varios departamentos los

cuales son los pilares fundamentales de la empresa, estos departamentos son los de producción, mantenimiento, comercialización, finanzas y administrativo donde podemos encontrar varias divisiones y secciones.(Magdalena, 2022)

Figura 1

Estructura Jerárquica de la empresa Minerales Micronizados del Magdalena.



Nota: Organigrama de la empresa. Fuente (Magdalena, 2022)

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.

La dependencia de la empresa Minerales Micronizados del Magdalena, a la cual fue asignado el pasante es el departamento de mantenimiento el cual presta servicios de mantenimiento y de diseño en toda la empresa, la empresa por ser una empresa industrial posee una gran cantidad de maquinaria pesada que viene desde parque automotor hasta maquinaria industrial de gran alberga dura, esto en sí mismo crea tanto la necesidad de adaptar como diseñar ciertas piezas para ser optima las diversas actividades de las maquinas.

Así que optaron por asignar al pasante la parte de diseño y creación, así mejorando los procesos de los mismos. También se asigna al pasante la supervisión del personal de producción

y calidad, el seguimiento de los operarios entre otras actividades de nivel administrativo.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Tabla 1

Matriz DOFA.

Empresa	Fortalezas	Debilidades
MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA S.A.S	El personal de la empresa cumple con las tareas asignadas de la manera más eficiente.	La empresa no cuenta con una organización y planificación en la toma de decisiones en la parte de diseño y creación.
	Se cuenta con ambiente laboral óptimo que facilita la realización de las labores.	No se cuenta con un personal capacitado para la selección de diseño o creación óptimos.
	El personal de la empresa tiene una buena disposición para trabajar en horarios fuera del horario laboral. Todos aquellos poseen sentido de pertenencia por la empresa.	La mayor parte de las creaciones son hechas para cumplir necesidades a las cuales no se puede permitir la compra o creación por una empresa externa.
Oportunidades	FO	DO
Oportunidad implementar muchos conocimientos y criterios que son adsorbidos en el trascurso de la carrera de ingeniería mecánica. También estableciendo bases y criterios, en los departamentos de diseño y mantenimiento.	Seguimiento de la planeación, organización y control de las distintas maquinarias. Mediante la observación de los activos para mejora de la empresa optimizado en el proceso de producción al nivel de maquinaria.	Se desea plantear en las áreas, ya sea que se llame mantenimiento o soldadores distintos criterios de diseño así mejorando, la gestión de los activos de la empresa para lograr la toma de decisiones más adecuadas al presentarse la necesidad de crear una pieza.
Crecimiento de la empresa en el mercado a nivel nacional al aumentar la optimización de los procesos con ello aumentarla producción de sus productos.		
Amenazas	FA	DA
Retraso en las fabricaciones debido a la complejidad de las piezas en los equipos. Aumento en los costos metalúrgicos o piezas mecánicas.	Recopilar información para establecer el porqué del uso de los materiales y diseños que ellos realizan para las diversas maquinarias	Establecer un dialogo de criterios con los operadores, mantenimiento y soldadores. Para tener en cuenta las necesidades de la maquinaria.
Posibilidad de la pérdida de los equipos debido a las fallas, así como también el deterioro de las piezas mecánicas. Por cuestión económica, si no es de primera necesidad puede estar sujeta a cambios en la fecha de entrega.		Estructurar una manera de intervenir sin afectar la producción de la empresa.

Nota: Evaluación realizada a la empresa.

1.2.1 Planteamiento del problema

La empresa Minerales Micronizados del Magdalena es una empresa dedicada a la molienda de Sulfato de bario o Barita, Carbonato de Calcio y en algunas ocasiones Marmolina, esto con el fin de obtener un material pulverizado para su respectiva comercialización a nivel nacional, pero su mayor alcance lo tiene en la industria petrolera con su principal producto que es la Barita.

Esto conlleva que una parte fundamental sea el molino de material, el fallo del mismo representa un paro total de la planta esto es paro total en la producción y en la misma se ve afectada la recepción de contraprestaciones que es claro denotar que es grave, allí es donde el pasante se enfocara en mitigar el impacto de la detención del molino ya que no se pose un plan de acciones a fallas del molino, se establecerá una ruta a seguir para así concentrarse en la falla como tal así mismo optimizando el tiempo que dure la falla.

Tiempo atrás se detuvo uno de los sistemas críticos del molino que es Wisser gracias a que no se cuenta con plan de acciones este duro parado un mes lo cual con lo anterior mente mencionado con lleva a una pérdida considerable para la empresa, con el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad este tiempo se reduzca a la mitad.

1.3 Objetivos de la pasantía.

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar un mantenimiento basada en RCM “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” para el molino Raymond YGM 160 de la empresa Minerales Micronizados del Magdalena S.A.S

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar el orden prioritario de los activos por medio de la información proporcionada del operador para el molino Raymond YGM 160.

- Identificar la criticidad de las partes que componen el molino mediante inspección en el historial de falla para determinar su impacto operacional.
- Diseñar el plan de mantenimiento proactivo que se debe ejecutar según el análisis de cada fallo funcional en base del RCM

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la empresa.

Tabla 2

Descripción de las actividades a desarrollar.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos.
Diseñar un mantenimiento basada en RCM “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” para el molino Reymondd YGM 160 de la empresa Minerales Micronizados del Magdalena S.A.S	Diagnosticar el orden prioritario de los activos del molino Reymondd YGM 160	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer el proceso productivo de la planta. 2. Consultar sobre las funciones y actividades en la dependencia de mantenimiento, soldadura y producción. 3. Asimilar la información operacional y de mantenimiento del molino Raymond mil.
	Identificar la criticidad de las partes que componen el molino determinando su impacto operacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relacionar las distintas piezas con su relevancia al fallo. 2. Diagnosticar el análisis de los modos de falla y consecuencias para cada falla funcional RCM 3. Determinar las tareas a ejecutar en el plan de acción plasmando los mimos en formatos de actividades diarias que se le realizan
	Diseñar el plan de mantenimiento proactivo que se deben ejecutarse según el análisis de cada fallo funcional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llevar actividades teniendo en cuenta una toma lógica de decisiones basadas en la frecuencia de fallo. 2. Disponer con los de mantenimiento el RCM realizado al equipo. 3. Socializar con el equipo de mantenimiento el análisis de RCM del molino Raymond Mil.

Nota: Se relacionan las actividades para cada uno de los objetivos propuestos.

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

Barita: La barita es un mineral no metálico con la fórmula química BaSO₄. También conocida como barita o mástil pesado, su principal característica es que es un material inerte, no tóxico y de alta gravedad específica, además de ser el mineral más común que contiene bario. Se encuentran en la naturaleza como masas cristalinas de color blanco, verde, gris o rojizo, y suelen ser escamas, esféricas, fibrosas o estratificadas (Coordinación General de Minería Mexico, 2017)

RCM ‘Mantenimiento basado en la confiabilidad’: Una metodología altamente reconocida y ampliamente utilizada para desarrollar planes de mantenimiento que cubren todo tipo de estrategias de mantenimiento (preventivo, predictivo, de solución de problemas, etc.). Esta metodología fue desarrollada originalmente por la industria de la aviación comercial en los Estados Unidos para mejorar la seguridad y confiabilidad de los equipos, según lo definido por los empleados de United Airlines Stanley Nolan y Howard Heep en 1978. Se ha utilizado para definir estrategias de mantenimiento de activos físicos en casi todos los sectores en los países industrializados del mundo. SAE JA1011.(Engineers, 2009)

Caliza: La piedra caliza es una roca sedimentaria que consiste en más del 50% de carbonato de calcio (carbonato de calcio), principalmente calcita y aragonito. Esta puede formarse por la acción de la precipitación del agua (caliza, química o inorgánica) depositada mediante el aprovechamiento de organismos marinos como algas y corales (caliza bioquímica) o puede formarse a partir de esqueletos de carbono marino. Organismos vivos (piedra caliza biológica).(Caliza Roca: Descripción, Propiedades y Características, 2021)

Criba Vibratoria: La criba vibratoria circular es ampliamente utilizada en la selección y clasificación de productos en minería, materiales de construcción, transporte, energía, química y otras industrias. (*Joyal-Vibrating Screen, Vibrating Screen For Sales, Vibrating Screen Manufacturer*, 2021)

Ciclón colector ‘Wisser’: El colector de polvo Cyclone está diseñado específicamente para aplicaciones de recuperación de productos, altas temperaturas y polvo. Cuenta con un separador mecánico que utiliza la fuerza centrífuga para eliminar las partículas de polvo del aire en aplicaciones industriales. El aire polvoriento ingresa al ciclón y las partículas de polvo viajan a través de la pared interna del ciclón. Con velocidad decreciente, las partículas se hunden en el ciclón hasta caer en el recipiente de recolección inferior. (*Colectores de Polvo Cyclone | Soluciones Industriales Donaldson de Colección de Polvos, Emanaciones y Neblina*, 2021)

Chumaceras: Un cuerpo de acero moldeado hecho de orificios diseñados para sujetar el cuerpo a la máquina o superficie se denomina cojinete. Se encuentra dentro de la carcasa del cojinete donde se aloja directamente el cojinete. Del mismo modo, una unidad de rodamientos puede ser del tipo de rodamientos fijos en el cuerpo de la máquina, montados en la pared, con bridas y fijos, también conocidos con el nombre de clásica. (*▷ Chumacera: Qué Es y Para Qué Sirve [Guía Completa]*, 2021)

Banda Transportadora: Los transportadores son una parte integral del movimiento de materiales y bienes, tanto en fábricas como en almacenes, lo que los ayuda a moverse de manera eficiente y rápida de acuerdo con las necesidades comerciales y del mercado actual. De hecho, los transportadores o transportadores ofrecen una buena estabilidad y permiten el transporte de materiales que, por su tamaño o características, no pueden ser movidos por transportadores de rodillos. Las bandas también pueden actuar como puntos de manipulación a través de los cuales

se manipulan los artículos o productos enviados.

Las cintas transportadoras se remontan al siglo XIX, cuando se utilizaron por primera vez las cintas transportadoras de acero. Ya en 1913, cuando el gran empresario Henry Ford introdujo la innovación en el sector industrial al establecer líneas de producción basadas en transportadores en la planta de Ford Motor Company en Dearborn, Michigan. (*Qué Son Las Bandas Transportadoras* | IRP - Intralogística, 2021)

Ventilador: Un ventilador es una máquina giratoria capaz de mover un volumen específico de aire que ejerce una presión específica sobre él, haciendo que el gas se mueva. También se define como una turbina que transfiere energía para crear la presión necesaria para mantener un flujo constante de aire. (*Clasificación y Aplicación de Ventiladores Industriales*, 2021)

Cojinete: Los Rodamientos son componentes físicos que soportan una carga cuando están en contacto y se mueven en relación con otra parte. El movimiento puede ser deslizante o giratorio. Básicamente existen dos tipos de rodamientos: los rodamientos lisos y los rodamientos cilíndricos. Otros tipos incluyen cojinetes de fluidos que soportan su carga en una película delgada de gas o líquido; Los cojinetes magnéticos utilizan campos magnéticos para soportar su carga; cojinetes blandos del tipo articulado en los que la carga está soportada por un elemento blando; y cojinetes de joyería utilizados en relojes. (cojinetes | GGB Bearings, 2021)

Polea: Una polea es una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción utilizado para transmitir energía. La formación de grupos -estabilizadores o palancas- también reduce el esfuerzo necesario para mover el peso. Una polea es el punto de apoyo de una cuerda que, en movimiento, se enrolla sobre sí misma sin girar completamente, con la resistencia (R) actuando en un extremo y la fuerza aplicada (F) o parte actuando en el otro extremo. (2.2.- La Polea, 2021)

Corona: Los engranajes junto con los engranajes forman un par cónico que realiza la desaceleración final en los ejes de las ruedas motrices del automóvil. Dependiendo del tipo de engranaje utilizado, la corona puede tener diferentes formas. La corona biselada de dientes rectos fue reemplazada a fines de la década de 2000 por la corona biselada de dientes torcidos (Gleeson). Dicho esto, el par cónico es más silencioso, ya que hay deslizamiento entre los dientes y puede transmitir un mayor empuje, manteniendo más dientes conectados a la vez. (*CORONA DENTADA - Definición - Significado, 2021*)

Piñón: El engranaje recto es uno de los engranajes del mecanismo de piñón y cremallera, también conocido como el engranaje más pequeño en un par de engranajes coincidentes. El dispositivo en cuestión puede ser una transmisión por engranajes directa o indirectamente a través de una transmisión por cadena o una transmisión por piñón y cremallera. Hablamos también de un piñón intermedio, un piñón que sirve para tensar la cadena de transmisión o correa de distribución.

A medida que la rueda dentada de las transmisiones por cadena y correa se hace más pequeña, provoca más flexión en el elemento de transmisión suave, lo que aumenta el desgaste y reduce la vida útil del elemento. (*Piñón - Glosario de Mécanica | Hello Auto, 2021*)

Péndulo: Pendulares se emplean para el molido de materias primas de diversa naturaleza, peso específico y humedad, hasta durezas de tipo medio (arcillas, carbonato de calcio, bentonita, yeso, dolomitas, etc.). (*M&S - MOLINOS PENDULAR PARA MOLIENDA EN SECO, 2021*)

Buje: El término alude a la pieza que, en una máquina, brinda soporte a un eje y le permite girar. (*Definición de Buje - Qué Es, Significado y Concepto, 2021*)

Ciclones: Un separador ciclónico, o ciclón industrial, es un sistema que filtra partículas mediante el uso de la fuerza centrífuga.

A menudo se utilizan para filtrar polvos minerales obtenidos de este proceso. Para separar estas partículas, deben girarse en un embudo grande contra las paredes del grupo de ciclones, donde se deslizan hacia abajo y se limpian. Los ciclones tienen una excelente capacidad para eliminar partículas grandes como piedra triturada, metal, madera, cenizas volantes, partículas de plástico, etc. (*Separadores Ciclónicos | Ciclones Industriales | MCAF®, 2021*)

Tolva: Las tolvas industriales son canales en forma de pirámide que pueden recibir, disolver, moler, dosificar o clasificar sólidos (piedras, partículas, frutas, minerales, medicamentos, desechos) y líquidos (leche, miel, suero, melaza).

Estos conductos vienen en una variedad de tamaños, según la capacidad que puedan manejar, los materiales con los que están hechos y el uso previsto. Esta versatilidad lo hace indispensable en muchas industrias. (*Tolva: Tipología y Funciones : Grupo Acura, 2021*)

Trituradora de Mandíbulas: Las trituradoras de mandíbula se utilizan para la trituración primaria de materiales, incluidos varios tipos de minerales y rocas con una resistencia inferior a 320 MPa. Este tipo de trituradora se usa ampliamente en los campos de minería, materiales de construcción, metalurgia, electricidad, proyectos hidráulicos, transporte, etc. (*PE Trituradora de Mandíbula, Precio de Trituradora de Mandíbula, Fabricante de Trituradora de Mandíbula, Modelos de Trituradora de Mandíbula, 2021*)

Zaranda clasificadora: Esta es la primera etapa del dispositivo de control de sólidos en el sistema de control de sólidos. Se utiliza principalmente para eliminar sólidos grandes del fluido haciendo vibrar el sólido a medida que el fluido de perforación fluye hacia la malla. El fluido de perforación tratado puede luego ser procesado por otro equipo para eliminar los sólidos finos. (*Zarandas - GN Solids America, 2021*)

Banda Transportadora: Las cintas transportadoras se utilizan ampliamente en la

mayoría de las industrias. En cualquier tipo de proceso, las cintas transportadoras son prácticamente la columna vertebral del sistema productivo. La base de todos los procesos de trabajo es la cinta transportadora. La alta velocidad y la capacidad de producción en el menor tiempo posible son factores cada vez más críticos. (Qué Son Las Bandas Transportadoras | IRP - Intralogística, 2021)

2.2 Enfoque legal

Tabla 3

Normatividad

Norma SAE JA1011	Es una norma que guía en la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad, que marca las pautas y metodología para llevar una buena ejecución del mismo
Norma SAE JA1012	Esta norma se enfoca en el accionar de los nodos de falla y con qué criterio llevar las pautas a seguir n el caso de caer en ellos.
Norma ISO 14224	Taxonomía de los equipos para relacionar la información de datos para la gestión de mantenimiento
Norma SAE J1739	Esta norma habla del correcto análisis de los nodos y sus efectos creando unos estándares de relevancia que se tienen que tomar en cuenta.

Nota: Normas vigentes que cumplen con la propuesta del proyecto.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de Resultados

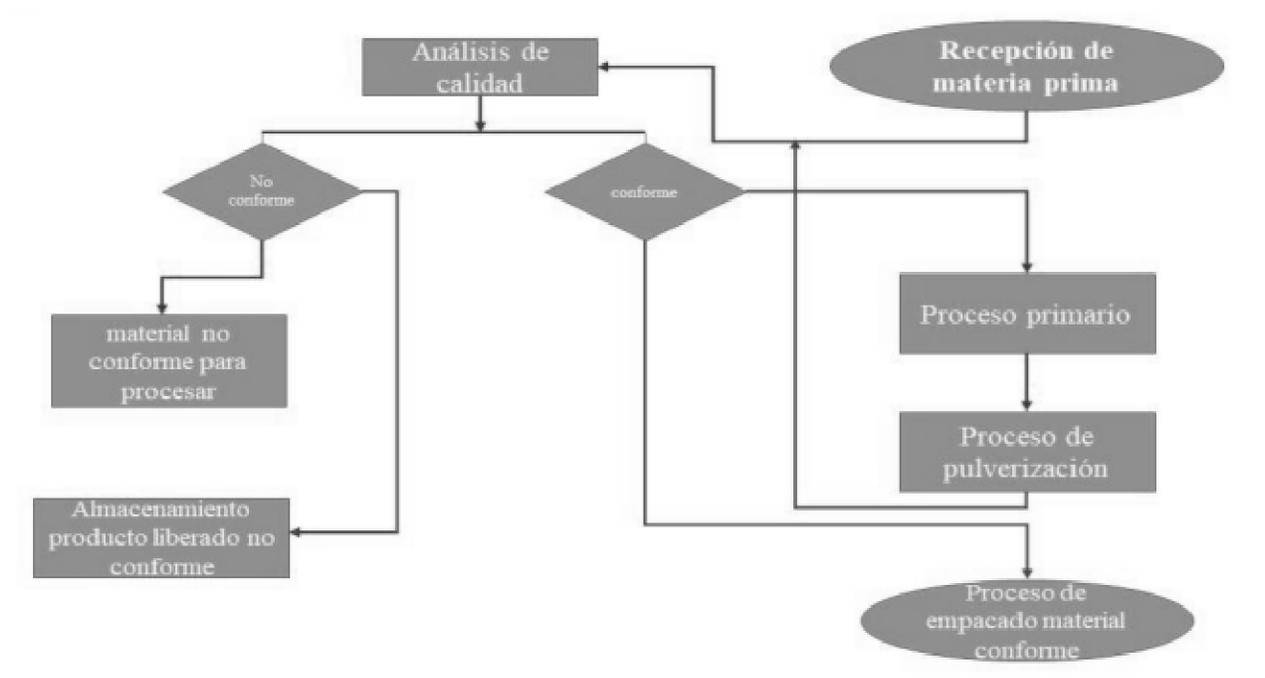
3.1.1 Diagnosticar el orden prioritario de los activos por medio de la información proporcionada del operador para el molino Raymond YGM 160.

Para dar cumplimiento se realizaron una serie de actividades a los objetivos específicos en la empresa minerales Micronizados de magdalena

3.1.1.1 Conocer el proceso productivo de la planta. Para dar cumplimiento a la primera actividad, el practicante de ingeniería mecánica se dirigió a los distintos sectores de la planta comenzando con el operador de molino que es la persona con mayor conocimiento acerca del molino con este le realizo un paseo guiado para apreciar de manera más concisa el funcionamiento del mismo de la planta.

Figura 2

Proceso de la Barita



El molino de barita de la empresa minerales Micrinizados del Magdalena, es una empresa que su mayor actividad es la molienda de barita desde la trituración, molienda, clasificación, embace y finalmente despacho, la **Figura 2** nos permite mejor asimilación del proceso.¹

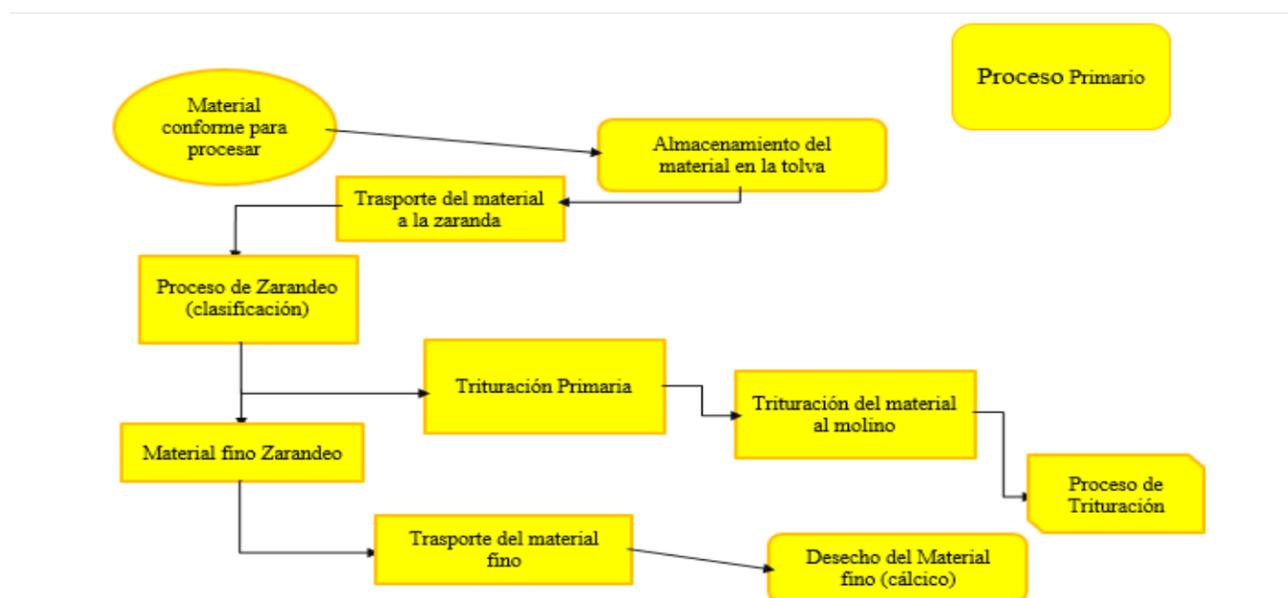
El proceso de producción de barita comienza desde la unidad de trituración de materia prima, la roca de barita se transporta desde la mina en las mulas y se deposita en la trituradora, y bajo el impacto del impacto reducirá su tamaño, y el material dejará la trituradora. Se transportan a una criba vibratoria que separa los finos de los gruesos, las partículas finas continúan el proceso y los granos se trituran nuevamente.

Las materias primas se devuelven al proceso de molienda. **Figura 3.**

El proceso de molienda es el proceso central de todas las actividades productivas de la empresa, es la de más relevancia y donde operan la mayoría de las actividades, sin embargo, aunque es un gran grupo de trabajo, se compone de varios subgrupos y se comprenda cómo funciona esto como se observa el diagrama de flujo

Figura 3

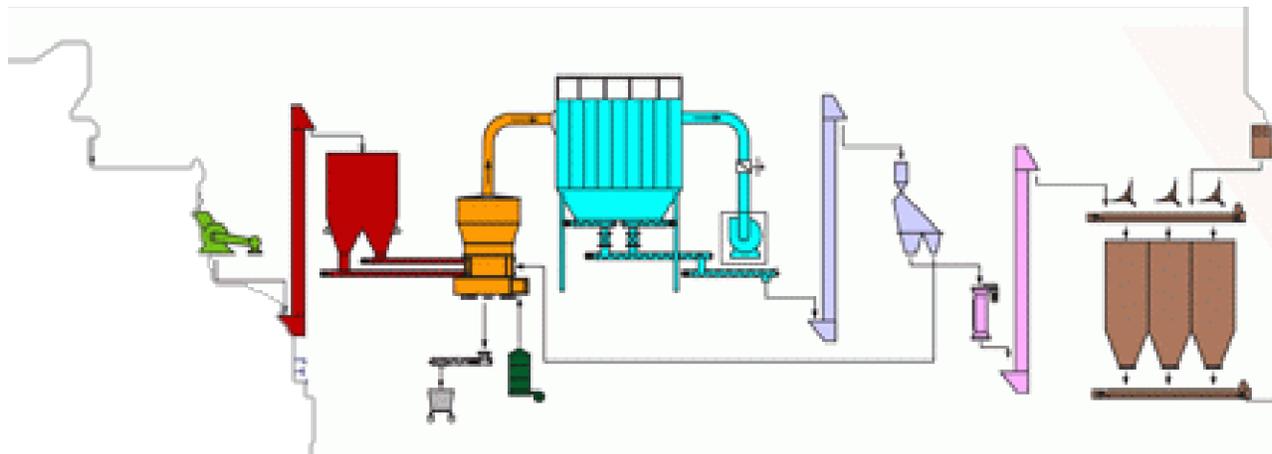
Proceso primario



Sin embargo, todo el proceso de pulverización se lleva a cabo en un equipo central, el equipo central es un molino RAYMOND YGM TIPO 160, su principio de funcionamiento es cuando se reduce la velocidad del motor mediante el reductor y el eje se fija al marco escalonado en el eje desde el centro de rotación, el cilindro gira alrededor del eje central sobre la base de la fuerza Centrifugar y también oscilar paralelo al eje vertical para presionar los péndulos contra el anillo de presión. Porque tiene la máxima superficie de contacto entre el rodillo y el de presión. Al mismo tiempo el cilindro gira automáticamente alrededor del eje del cilindro para triturar materiales después el ventilador alimenta el polvo triturado a la máquina clasificadora para elegir el tamaño de grano del colector de polvo de vórtice, que luego se descarga a través del puerto de descarga y se convierte en el producto final.

Figura 4

Cadena de producción



Nota: Fuente: (M&S - MOLINOS PENDULAR PARA MOLIENDA EN SECO, n.d.)

3.1.1.2 Consultar sobre las funciones y actividades en la dependencia de mantenimiento, soldadura y producción. Para satisfacer con el cumplimiento de esta necesidad se realizaron tertulias con el personal de mayor antigüedad en este caso el jefe de los soldadores y el operador de los molinos.

También teniendo como base los distintos fabricantes de molino tipo Raymond en esto se tomó como punto de referencia al fabricante de molino MANFREDINI & SCHIANCHI.

Los encargados de mantenimiento tienen diversas tareas entre ellas es llegar todos los días y lubricar los péndulos del molino revisar las correas y si las juntas de los péndulos esta fisurada, como entre otras de estar pendiente de si hay sobrecalentamiento en los tres motores principales que son el motor principal del molino, el ventilador y el del Wisser **Figura 5** DEL WISSER.

Figura 5

Wisser



Hablando con ellos se estableció cierto criterio que tiene que ver con la falla que más se repiten en el sistema que ellos establecieron con las diversas veces que se presentaron.

Ellos establecieron los distintos criterios gracias a una forma muy poco ortodoxa que es la de prueba y error.

Figura 6

Funcionamiento de la planta



Figura 7

Proceso de empaquetado



Por eso ellos reaccionan a fallas que se solucionan de forma correctiva y esto repercute en parar la maquinaria y la producción que se ve reflejado en pérdidas económicas, teniendo en cuenta estos diversos criterios avanzamos a la relación de la información.

3.1.1.3 Relacionarse con la información operacional y de mantenimiento del molino Raymond YGM 160. El molino está compuesto por el cuarto de máquinas (*Figura 8*) que desde allí es controlado tanto comenzado desde la trituradora que disminuye el tamaño de las rocas de barita de allí es transportada a la zaranda clasificadora que ayuda a separar la tierra de la roca de barita saliendo de esta etapa es arrojada a la tolva de almacenamiento de allí espera a salir mediante un vibrador que es accionado por el operar para arrojar la roca de barita dentro del molino.

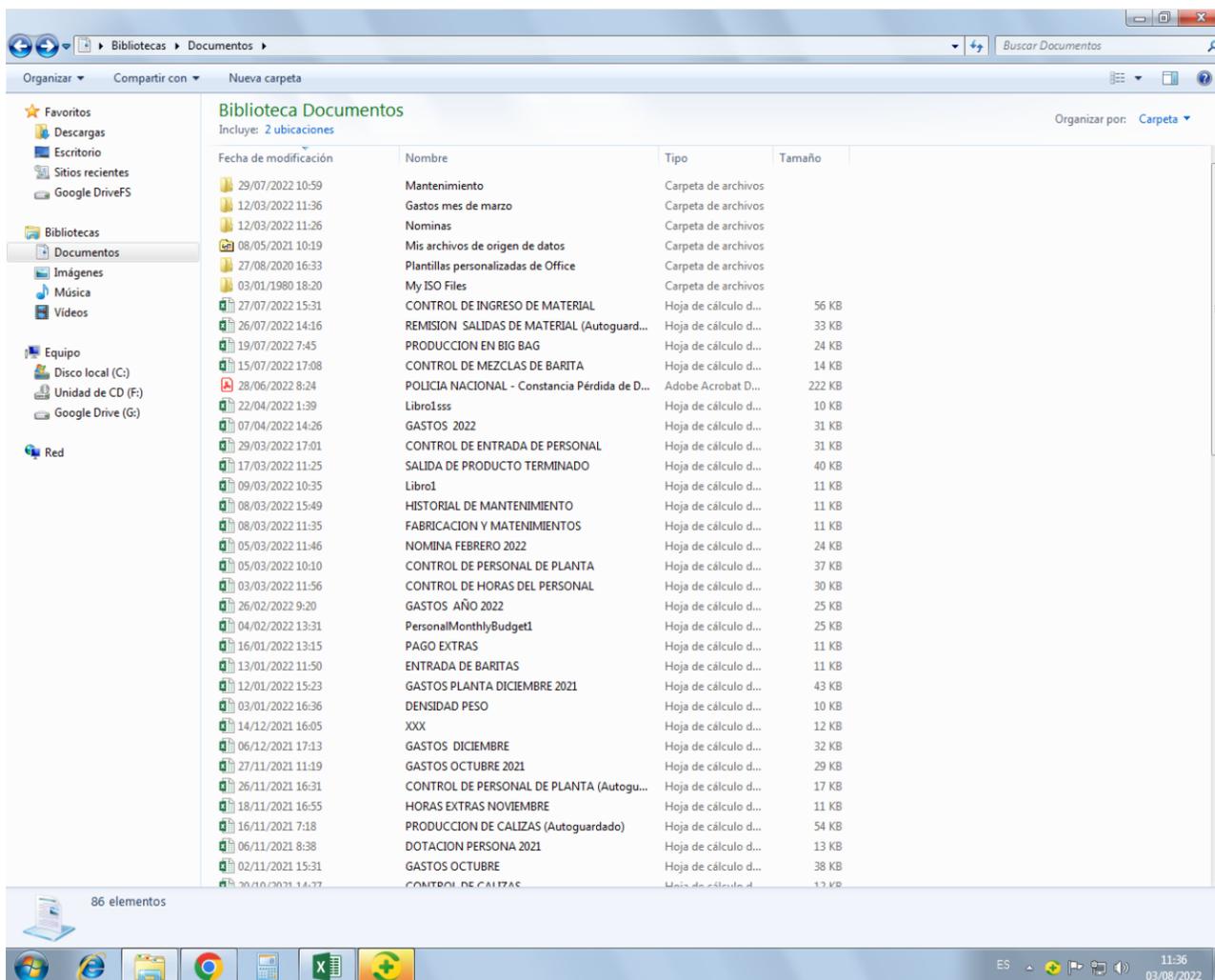
Figura 8*Cuarto de maquinas*

El proceso de molienda se realiza mediante grandes péndulos, durante el proceso de rodadura y bajo la acción de la fuerza centrífuga, se ejercerá una fuerte presión sobre la ranura ubicada en el pie de los péndulos.

El material triturado se transporta a la parte superior del molino por circulación de aire por un ventilador o por succión de un filtro conectado a tierra. Además, el material se clasifica mediante un separador según el proceso de trituración deseado **Figura 4**

Figura 9

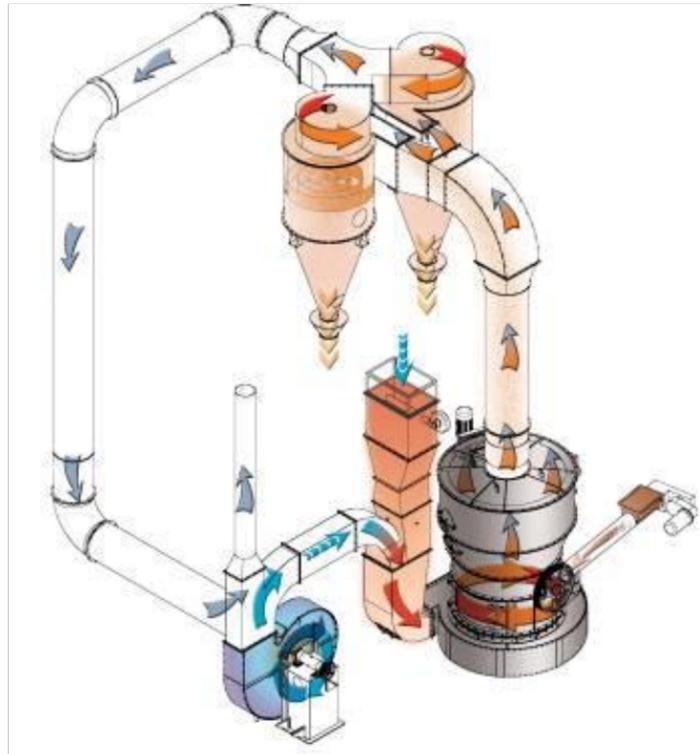
Información de la empresa



Los soldadores tienen como tomar énfasis los detallas que corresponden al molino y sus etapas de molienda ya que por todo lo anterior mente mencionado es algo prioritario su verificación antes de su encendido

Figura 10

Ciclo del producto dentro del molino



Nota: Fuente: (M&S - MOLINOS PENDULAR PARA MOLIENDA EN SECO, n.d.)

3.1.2 Identificar la criticidad de las partes que componen el molino mediante inspección en el historial de falla para determinar su impacto operacional.

Para esto el practicante gracias a la recopilación de datos realizados logra evaluar la relevancia de las distintas partes del molino y colocando un número de actividades se realiza un orden prioritario. En colaboración con el operador y el departamento de mantenimiento, es el responsable de determinar los límites analíticos del molino, teniendo en cuenta los subsistemas que la generan y el proceso específico.

Figura 11*Charla de mantenimiento al Pasante***3.1.2.1 Relacionar las distintas piezas con su relevancia al funcionamiento y fallo.**

Durante el desarrollo de la segunda actividad de trabajo, el pasante de ingeniería mecánica trabajo esta actividad junto con la tercera actividad para realizar investigaciones de mantenimiento.

Centrarse inicialmente en la fiabilidad de los niveles de análisis y los límites de cada uno están definidos.

Dentro de las actividades diarias y funcionamiento del molino Raymon diarias por parte del personal de mantenimiento mostraron, explicaron cuáles son los lugares de la maquinaria que tienen a fallar de manera más frecuente

Como guía de funcionamiento y estándares se tuvo en cuenta el plan de mantenimiento

de la empresa, finalmente determina la agrupación y el nivel de aprendizaje de los involucrados para dar un análisis preciso. Los límites definidos incluyen los siguientes subsistemas:

3.1.2.1.1 Trituradora de mandíbulas. Impulsada por el motor eléctrico, la pinza móvil se desplaza sobre el raíl dado por la red de transmisión de la rueda motriz y el eje del rodillo excéntrico la línea. El material se tritura en la cavidad de la placa de mordaza fija y placa móvil, junto a la placa protectora, el producto final se descarga a través de la abertura drenaje inferior. Esta trituradora de mandíbula adopta un movimiento curvilíneo Compresión para triturar el material. Correa de transmisión de motor eléctrico y correa de rueda Ajuste la placa móvil en el movimiento hacia arriba y hacia abajo por el eje excéntrico.

Cuando sale la mordaza móvil, el ángulo formado por la placa móvil y conectada se ensancha, y la placa de mordaza se empuja más cerca de la placa fija. De esta forma, los materiales son triturados por compactación, trituración y abrasión. Cuando la placa móvil baja, El ángulo formado por la palanca y la placa móvil se estrechó. Tirado por varilla y resorte, la placa móvil se aleja de la palanca, por lo que los materiales triturados se pueden descargar desde el fondo de la cámara de trituración. (*APUNTES DE INGENIERIA MECANICA:*

TRITURADORAS MANDIBULAS I, n.d.)

Figura 12*Trituradora*

3.1.2.1.2 Banda transportadora. La cinta transportadora es un sistema de transporte continuo que consiste principalmente en una banda continua que se mueve entre dos tambores. Es a disposición si de uso ligero o intenso. La cinta se mueve por la fricción de uno de los tambores, por lo que es accionado por un motor. Esta fricción es el resultado de aplicar tensión a la cinta transportadora, principalmente por husillo tensor o tornillo tensor. El otro rodillo suele girar libremente sin ningún motor y su función es el retorno de la banda. La correa está sostenida por rodillos entre los dos tambores para establecer soporte del cilindro. (Cintas Transportadoras – Rotrans S.A., n.d.)

Figura 13

Banda Transportadora



3.1.2.1.3 Zaranda Clasificadora. La zaranda clasificadora o criba, como su nombre lo indica, clasifica el material en diferentes granulometrías en función de la distancia entre las líneas de malla vibratoria gracias al funcionamiento del motor de contrapeso, el material se separa mecánicamente por tamaño y la criba sigue separando el material. La parte grande tiene ranuras en la parte superior y la parte pequeña está dirigida hacia otro clasificador para que el dispositivo pueda al mismo tiempo clasificar los diferentes tamaños de partículas del material. (Oramas et al., 2016)

Figura 14*Zaranda*

3.1.2.1.4 Tolva. Se suele colgar en la parte superior y el material se vierte en la tolva. Allí se almacena y, si es necesario, se abre el fondo del cono para liberar el contenido, como un embudo. A esta potencia se pueden sumar otras herramientas, que pueden triturar, triturar, fundir e incluso clasificar materiales según sus propiedades y usos, por lo que las tolvas pueden tener otras funciones además del almacenamiento y la medición cuantitativa.

Figura 15*Tolva*

Nota: Fuente:(*Tolva: Tipología y Funciones : Grupo Acura, n.d.*)

3.1.2.1.5 Péndulos, eje y anillo. Péndulos con rodillos en sus extremos que trabajan a gran presión moliendo el material contra un anillo de rodadura. La presión se crea a partir de la rotación a alta velocidad de la estrella de la cual cuelgan los péndulos.

Las muelas o Rasquetas son regulables en inclinación permitiendo direccionar el material a los péndulos para optimizar la molienda, extender la vida útil de los elementos de desgaste y reducir el coste operativo por tonelada.

Figura 16*Péndulo*

Nota: Fuente: (CLASIFICACIÓN EQUIPOS DE MO Molinos Pendulares, n.d.)

3.1.2.1.6 Wisser ‘clasificador de aire’. Bajo la acción de bombeo del ventilador, el material se transporta a alta velocidad al área de clasificación de acuerdo con el flujo de aire ascendente desde la entrada del clasificador en su extremo inferior. Luego, el material es separado por la fuerte fuerza centrífuga generada por la alta velocidad de rotación de la turbina de cribado, y luego las partículas finas que cumplen con los requisitos de tamaño ingresan al separador ciclónico o colector de polvo a través de los orificios en las palas de la turbina de cribado.

Las partículas gruesas con partículas finas parciales golpean la pared y pierden su velocidad, luego las partículas gruesas caen a lo largo de la pared hacia la salida de aire

secundario, donde el fuerte proceso de lavado de aire separa las partículas gruesas finas. Este último sube hacia el área de clasificación secundaria, mientras que las partículas gruesas caen hacia el puerto de descarga. (Clasificador de Chorro de Aire - ALPA Powder Technology, n.d.)

Figura 17

Clasificador de partículas



3.1.2.1.7 Ventilador. Un ventilador es un ventilador en el que el agotado el aire es obligado a mover de forma paralela al eje alrededor del cual la hélice gira. Ventiladores centrífugos de aire dibujar perpendicularmente a la entrada de la unidad de ventilador y el aire hacia afuera hasta la salida por la deflexión y la fuerza centrífuga. (Clasificación y Aplicación de Ventiladores Industriales, n.d.)

Figura 18*Ventilador*

3.1.2.1.8 Ciclones y sinfín. Los Ciclones actúan como Pre Colectores de Material particulado gracias a la fuerza de su movimiento centrifugo. Se aplican cuando el aire a tratar presenta una concentración de partículas extremadamente alta y cuando debe ser eliminado el polvo grueso; puede capturar partículas de hasta 5micras o menores en algunos casos. Los ciclones generalmente se usan para transporte neumático de materiales y para Sistemas colectores de polvo donde actúan principalmente como el primer medio de captación de polvo. (Separadores Ciclónicos | Ciclones Industriales | MCAT®, n.d.)

Figura 19*Clasificador Dinámico*

3.1.2.2 Diagnosticar el análisis de los modos de falla y consecuencias para cada falla funcional RCM. Para el desarrollo de este informe se utilizará una encuesta explicativa, como trate de descubrir los componentes más importantes, luego establezca y concluya relaciones se encuentran las funciones causales que se encuentran en las diferentes variantes; también nos ayuda explique cómo, cuándo y por qué ocurren los accidentes, encuentre una buena planificación para ellos mantenimiento para evitar o reducir los diversos modos de falla que se muestran en el molino.

Figura 20

hoja de información análisis del Admisión del material al molino "Trituradora"

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS											
Hoja de trabajo de información RCM II		Elemento:	Banda trasportadora	N°		Recopilado por		Fecha		Hoja	
		Sistema:	Sistema de Triturado	Ref		Revisado por		Fecha		De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL			MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS				
1	Banda Transportar el material de la trituradora a la tolva	A	Incapaz de trasportar el material a la torva	1	falla en el motor electrico de la banda	Parada de la maquina					
				2	Por falta de lubricante	Desgaste en el embolo					

La tendencia de esta maquinaria al fallo es baja, pero es susceptible por sus bruscos movimientos a desajustes que hacen variar el resultado del producto

Figura 21

Hoja de información del análisis de la banda trasportadora

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS											
Hoja de trabajo de información RCM II		Elemento:	Banda trasportadora	N°		Recopilado por		Fecha		Hoja	
		Sistema:	Sistema de Triturado	Ref		Revisado por		Fecha		De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL			MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS				
1	Banda Transportar el material de la trituradora a la tolva	A	Incapaz de trasportar el material a la torva	1	falla en el motor electrico de la banda	Parada de la maquina					
				2	Por falta de lubricante	Desgaste en el embolo					

La banda trasportadora no está netamente ligado al molino, pero el molino si depende del funcionamiento de esta. Por lo

mismo la mayoría de sus fallos depende principal mente de estos dos modelos.

Figura 22

Hoja de información del Análisis de la Zaranda clasificadora

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS							
Hoja de trabajo de información RCM II	Element	Zaranda Clasificadora	N°	Recopilado por	Fecha	Hoja	
	Sistema:	Sistema de trituracion	Ref	Revisado por	Fecha	De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL		MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS	
1	clasifica el material en diferentes granulometrías en función de la distancia entre las líneas de malla vibratoria gracias al funcionamiento del motor de contrapeso, el material se separa mecánicamente por tamaño y la criba sigue separando el material	A	El motor de la zaranda no arranca	1	Quemadura de faces del motor	sobrecalentamiento de trabajo	
				2	Corte de un cable de alimentacion	Accidentes	
		B	La zaranda no funciona correctamente	1	Tuerca de ajuste floja	No cumple con la tarea	
				2	Desajuste en los resortes vibratorios		
		C	la malla de la zaranda se desprendio	1	Se rompe el marco que sostiene la malla	deja caer material necesario en pala de material fino que se le denomina tierra o desperdicio	
				2	por roce del material se crea una avertura en la malla		

La zaranda clasificadora por estar expuesta a golpe de material y su constante movimiento, tiende mucho al desajuste por lo mismo hay varias actividades que ayudaran al correcto funcionamiento.

Figura 23*Hoja de información de la tolva*

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS										
Hoja de trabajo de información RCM II	Elemento:	Tolva	N°		Recopilado por		Fecha		Hoja	
	Sistema:	Sistema de Almacenamiento	Ref		Revisado por		Fecha		De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL			MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS			
1	almacena y, si es necesario, se abre el fondo del cono para liberar el contenido, como un embudo	A	El vibrador no se acciona	1	Falla en las líneas de alimentación eléctrica	No alimentación hacia el molino				
				2	Quemadura en la placa de circuito					
		B	No ingresa material a la tolva	1	El motor de la banda dejó de funcionar	Paro total del molino				

Figura 24

Hoja de información del análisis de los péndulos

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS										
Hoja de trabajo de información RCM II	Elemento:	Pendulos	N°		Recopilado por		Fecha		Hoja	
	Sistema:	Sistema de Molienda	Ref		Revisado por		Fecha		De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL			MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS			
5	Oprime el material que ingresa sobre el anillo y las muelas las cuales por frincion entre los mismos se pulveriza el material	A	Los pendulos no funcionan correctamente	1	No rota correctamente	Faltta de lubricancion				
				2	se soltaron los anclajes de los pendulos	desgaste y mala sujecion de los vujes de plastico				
				3	Mucho desgaste en la cintura de los pendulos	vibracion en el pendulo				
		B	No se ve firmesa en los pendulos	1	Se fizuro la soldadura que uno la masas con la arandela	por uso o las muelas my largas				
				2	Se soltaron los vujes de plastico	vibracion en el pendulo				
		C	el motor del molino no arranca	1	Las correas de la polea no trasmiten fuerza	desgarre de la correa o no hay suficienct tencion				
				2	no hay continuidad en el motor	se quemo el embobinado o corte de un cable alimentador				

Los péndulos son una parte critica ya que por su actividad se mueven a gran velocidad y también conservan una gran cantidad de energía potencial, en caso de alguna de estas fallas podría causar una catástrofe.

Figura 25*Hoja de análisis del WISSER*

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS										
Hoja de trabajo de información RCM II	Elemento:	Wisser	N°		Recopilado por		Fecha		Hoja	
	Sistema:	Clasificador del molino	Ref		Revisado por		Fecha		De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL			MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS			
1	Bajo la acción de bombeo del ventilador, el material se transporta a alta velocidad al área de clasificación de acuerdo con el flujo de aire ascendente desde la entrada del clasificador en su extremo inferior. Luego, el material es separado por la fuerte fuerza centrífuga generada por la alta velocidad de rotación de la turbina de cribado	A	No logra girar	1	La polea se solto	Se jira y no trasmite el torque necesario				
				2	las correas no estan ajustadas					
				3	el motor del wissen no inicia	quemadura en las faces				
				4	una linea no manda electricidad	algun corte en los cables				
				5	el rodamiendo no mantiene el trabajo estable	alcanzo su timpo de trabajo max				
				6	la corona del wisser se limo y no trasmite la fuerza	mal ajustada mucha proximidad				

El Wisser es una parte tanto esencial como delicada hace parte de uno de los sistemas prioritarios y a su vez de mayor delicadeza en caso de estar desajustado esto puede causar el daño o forzar una fuerza de servicio de todo el molino por su nivel de criticidad al causar uno de estos fallos.

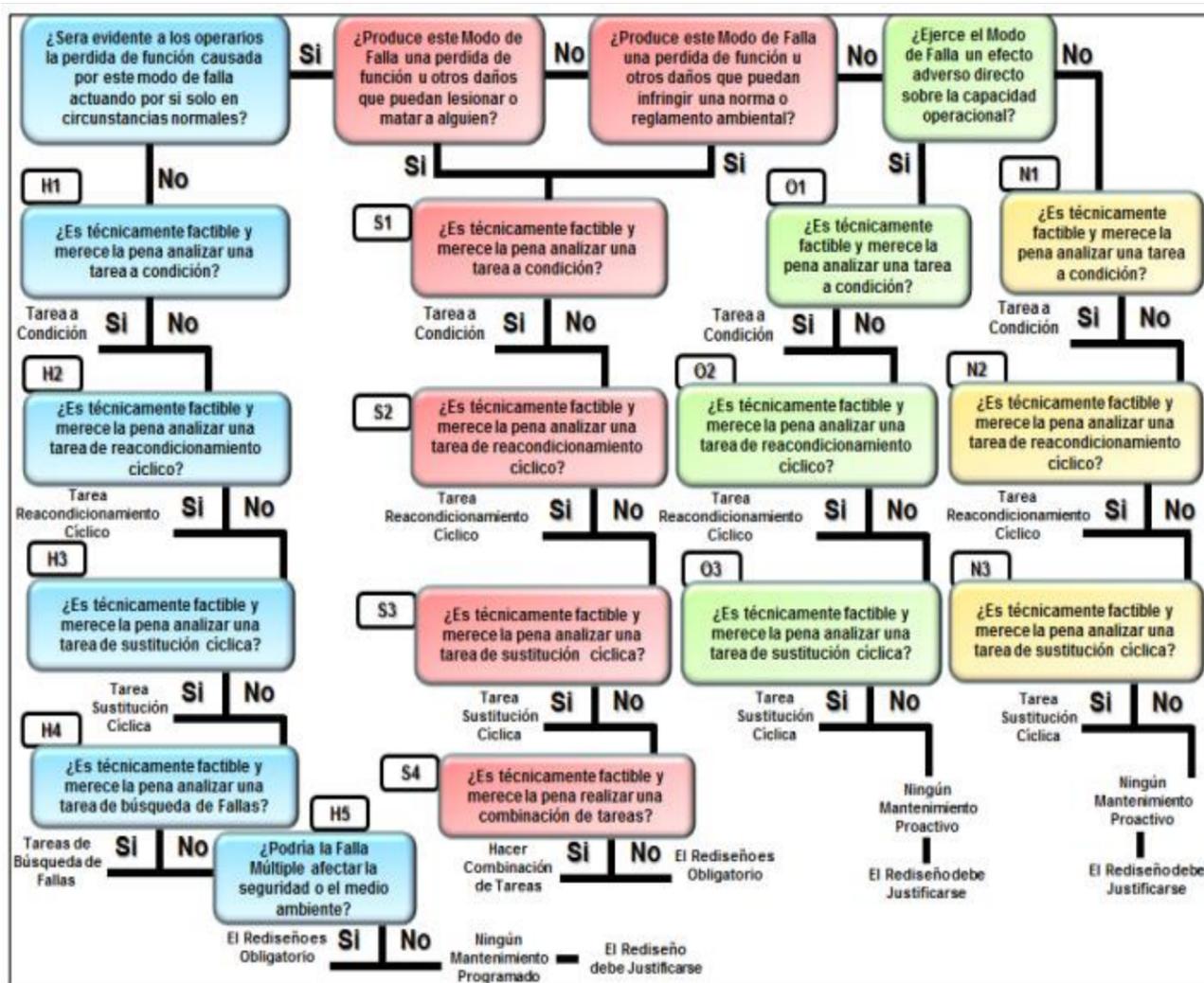
Figura 26*Hoja de análisis del Ventilador*

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS										
Hoja de trabajo de información RCM II	Elemento:	Ventilador	N°		Recopilado por		Fecha		Hoja	
	Sistema:	sistema de flujo de aire	Ref		Revisado por		Fecha		De	
FUNCION		FALLO FUNCIONAL		MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS				
1	Controlar en el sistema el flujo de aire necesario para mover el material particulado	A	deja de generar presión de empuje en el sistema de aire	1	no continuidad en el motor	Sobrecalentamiento				
				2	se rompió las correas	muchas tensiones en las correas				

La hoja de decisiones se utiliza para registrar las respuestas a las preguntas integradas. Árbol de decisión:

Figura 27

Diagrama de Decisiones



Los encabezados de las columnas en la tabla de decisiones se refieren a las preguntas del Árbol de decisiones de RCM: Las columnas etiquetadas H, S, E, O (y N) se utilizan para calificar las respuestas a las preguntas.

Preguntas sobre las consecuencias de cada modo de falla, H (consecuencias de la falla oculta), S (consecuencias de seguridad), E (consecuencias ambientales) y O (consecuencias activo), y tres columnas tituladas H1, H2, H3, etc. Regístrelo si es seleccionada una tarea activa, el tipo de tarea y si debe cumplirse. Cualquier pregunta "si no hay" las columnas H4 y H5, o S4,

pueden registrarse estas respuestas En las últimas tres columnas se especifican las tareas, La frecuencia con la que se debe hacer y el empleado responsable de hacerlo. Similar cómo la columna Tareas recomendadas también se usa para registrar casos en ella requiere rediseño o el modo de falla se especifica como libre de mantenimiento un programa. Las columnas etiquetadas como H1/S1/O1/N1 se utilizan para registrar tareas en condiciones apropiadas. Anticipar a tiempo la situación de falla para evitar sus consecuencias.

La columna etiquetada H2/S2/O2/N2 se usa para registrar asignaciones renovación periódica adecuada para evitar daños, columnas etiquetadas H3/S3/O3/N3 se utiliza para registrar si las tareas de reemplazo son periódicas para evitar fallas, Las columnas etiquetadas H4, H5 y S4 se utilizan en la hoja de decisiones para registrar respuestas a tres preguntas de "cuando no hay". Evolución de la tabla de decisión (ver tabla 4).

3.1.2.3 Determinar las tareas a ejecutar en el plan de acción plasmando los mimos en formatos de actividades diarias que se le realizan. Para conocer las consecuencias de cada modo de fallo se ha dado respuesta a la pregunta “¿Cuál es el significado de cada error significativo?” Mejorado por RCM II, en desarrollo conocer las consecuencias de fallas potenciales, consecuencias ambientales y las consecuencias de seguridad, funcionamiento e actividad, para determinar qué son las fallas que más afectan a la organización y las que no, independientemente de cuánto afecten a la organización.

Operaciones, calidad del producto, servicio al cliente, seguridad o medio ambiente y finalmente póngalo en la tabla de decisiones de RCM II (Tabla 4)

Figura 28

Diagrama de decisiones de la trituradora de mandíbula

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																
Hoja de trabajo de decisión RCM II			ELEMENTO Trituradora de mandíbula						N°		Realizado por		Fecha	Hoja		
			COMPONENTE Sistema de trituracion						Ref.		Revisado por		Fecha	De		
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				Tarea "a falla de"			Tareas propuestas			Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	FM	H	S	E	O	H1 O1 N1	H2 O2 N2	H3 O3 N3	H4	H5	S4				
1	a	1		X			x	x					Revisar diariamente		Diario	Tecnico
1	a	2			x				x				ver las especificaciones de las correas del motor		Cada dos años	Ingeniero

Nota: tareas de ejecución a realizar en la trituradora de mandíbula, según el modo de falla que se presente.

La tendencia de esta maquinaria al fallo es baja, pero es susceptible por sus bruscos movimientos a desajustes que hacen variar el resultado del producto

Figura 29

Diagrama de decisiones de la Banda transportadora

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																
Hoja de trabajo de decisión RCM II			ELEMENTO Sistema de transporte						N°		Realizado por		Fecha	Hoja		
			COMPONENTE Banda transportadora						Ref.		Revisado por		Fecha	De		
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				Tarea "a falla de"			Tareas propuestas			Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	FM	H	S	E	O	H1 O1 N1	H2 O2 N2	H3 O3 N3	H4	H5	S4				
1	a	1		x	x								revisar continuidad en el motor		Diariamente	Operador
1	a	2	x										Revisar el nivel del lubricante		Diariamente	Operador

Nota: tareas de ejecución a realizar en el sistema de transporte, según el modo de falla que se presente.

La banda transportadora no está netamente ligado al molino, pero el molino si depende del funcionamiento de esta. Por lo mismo la mayoría de sus fallos depende principal mente de estos dos modelos

Figura 30

Diagrama de decisiones de la Zaranda clasificadora

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																		
Hoja de trabajo de decisión RCM II				ELEMENTO Zaranda Clasificadora						N°		Realizado por		Fecha		Hoja		
				COMPONENTE Zarada						Ref.		Revisado por		Fecha		De		
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tarea "a falla de"			Tareas propuestas		Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	RM	H	S	E	O			H4	H5	S4							
1	a	1			X			X				Revisar el consumo de cada face		Sem anal		Tecnico electricista		
1	a	2			X		X					Revisar continuidad en las líneas o peladuras		Sem anal		Tecnico		
1	b	1		X				X				Revisar los pernos de sujecion		semanal		Tecnico		
1	b	2		X			X					Revisar los cobles de los resorte		Sem anal		Tecnico		
1	c	1		X			X					Revisar el marco por fizuras		Sem anal		operario		
1	c	2		X			X					Inspeccion de la malla		diaria		operario		

Nota: tareas de ejecución a realizar en la zaranda clasificadora, según el modo de falla que se presente.

Figura 31

Diagrama de decisiones de la Tolva

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																		
Hoja de trabajo de decisión RCM II				ELEMENTO Tolva						N°		Realizado por		Fecha		Hoja		
				COMPONENTE Vibrador y Motor de la Banda						Ref.		Revisado por		Fecha		De		
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tarea "a falla de"			Tareas propuestas		Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	RM	H	S	E	O			H4	H5	S4							
1	a	1		X			X					Revisar las líneas de alimentación del vibrador		Diario		Encargado electrico		
1	a	2			X			X				Revisar consumo y continuidad		sem anal		Encargado electrico		
1	b	1			X			X				revisar continuidad y estado del motor		sem anal		Operador		

Nota: tareas de ejecución a realizar en la tolva, según el modo de falla que se presente.

Figura 32

Diagrama de decisiones Péndulo

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																		
Hoja de trabajo de decisión RCM II			ELEMENTO				Pendulo			N°	Realizado por	Fecha	Hoja					
			COMPONENTE				Arandela, masas y Eje			Ref.	Revisado por	Fecha	De					
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tarea "a falla de"			Tareas propuestas		Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	FM	H	S	E	O			H4	H5	S4							
5	a	1		x			x					Lubricacion		Diaria		Los de mantenimiento		
10	a	2	x					x				Inspeccion		Diaria		Los de mantenimiento		
1	a	3			x				x			Revisar la union por soldadura		Diaria		Los de mantenimiento		
1	b	1		x				x				Revisar la union por soldadura cordones de arandela		Diaria		Los de mantenimiento		
1	b	2		x	x			x				ajustar tuercas superiores de los anclajes		Diaria		Los de mantenimiento		
6	c	1		x	x				x			Revisar temperatura y tencion en correas		Diaria		asistente de operador		
1	c	2		x	x			x			x	revisar continuidad y consumo en el motor		Sem anal		Los de mantenimiento		

Nota: tareas de ejecución a realizar en el péndulo, según el modo de falla que se presente.

Figura 33

Diagrama de decisiones "Wisser"

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																		
Hoja de trabajo de decisión RCM II			ELEMENTO				clasificador del molino			N°	Realizado por	Fecha	Hoja					
			COMPONENTE				Wisser			Ref.	Revisado por	Fecha	De					
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tarea "a falla de"			Tareas propuestas		Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	FM	H	S	E	O			H4	H5	S4							
1	a	1	x	x			x					revisar el eje para ver el ajuste de la patea		semanal		Personal de mantenimiento		
1	a	2		x	x		x					revisar la tencion de la patea del wisser		dos veces a la semana		Personal de mantenimiento		
1	a	3		x		x	x					revisar continuidad en el motor		una vez a la semana		encargado electrico		
1	a	4		x	x		x					revisar continuidad en el cableado		quinsenal		encargado electrico		
	a	5			x	x		x			x	Revisar vibraciones o saltos a la ora de trabajo o sonido con tetoscopio		quinsenal		Ingeniero		
1	a	6		x	x	x		x				revisar sonido de comportamiendo de la trasmision del wisser		Mensual		Tecnico		

Nota: tareas de ejecución a realizar en el Wisser, según el modo de falla que se presente.

Figura 34

Diagrama de decisiones Ventilador

Diagrama de decisión de los componentes y frecuencia																		
Hoja de trabajo de decisión RCM II			ELEMENTO Ventilador						N°	Realizado por	Fecha	Hoja						
			COMPONENTE Ventilador						Ref.	Revisado por	Fecha	De						
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tarea "a falla de"			Tareas propuestas		Frecuencia inicial		A realizar por	
F	FF	FM	H	S	E	O			H4	H5	S4							
1	a	1				x	x					Revisión de consumo eléctrico		cada tres días		Técnico		
1	a	2				x		x				Revisar tensión y desgastes en las correas		diario		Operador		

Nota: tareas de ejecución a realizar en el ventilador, según el modo de falla que se presente.

Los péndulos son una parte crítica ya que por su actividad se mueven a gran velocidad y también conservan una gran cantidad de energía potencial, en caso de alguna de estas fallas podría causar una catástrofe.

3.1.3 Diseñar el plan de mantenimiento proactivo que se deben ejecutarse según el análisis de cada fallo funcional

3.1.3.1 Llevar actividades diarias teniendo en cuenta una toma lógica de decisiones basadas en la frecuencia con la que se debe realizarse. Al llevarse a cabo las actividades recomendadas aparece una necesidad de forma imprevista, se ha agregado una actividad que es de carácter inmediato para mejora del funcionamiento del activo teniendo en cuenta el actual contexto operacional, dicha actividad se llama PLAN DE ACCION INMEDIATO para el funcionamiento deseado por el usuario es un punto muy importante a tomar en cuenta, esto llevo a que el mismo demandara la corrección de ciertos fallos que se requerían corregir de manera inmediata.

El aprendiz de ingeniería mecánico con el equipo de campo después de ejecutar el contexto de actividad para determinar las tareas que se pueden realizar antes de realizar el análisis. Las operaciones que se deciden realizar el plan de acción a implementar durante el desarrollo del análisis RCM también se aprovecha para tener nuevos puntos de vista.

Las actividades que se encontraron para ejecutar en el plan de acción son descritas a continuación.

3.1.3.1.1 Se realiza mantenimiento a las muelas de trituración. Durante el funcionamiento de las muelas se presentó un sonido de rebote, se llegó a la conclusión de que eran los bujes de reposo del eje los cuales que por su uso se habían desgastado y por lo tanto se tomó la decisión de cambiarlos para tener el buen funcionamiento de la máquina.

Figura 35

Reparación de mandíbula



Nota: Ejecución de mantenimiento a las muelas de trituración, mediante acciones correctivas.

3.1.3.1.2 Mantenimiento a las correas del motor principal del molino de 180hp. Por el uso del motor y sus especificaciones de trabajo las correas tienen a calentarse, a un que se encuentre dentro de los márgenes de funcionamiento por la misma temperatura genera un desgaste y por lo mismo tienen a desgastarse o se rompen por el cambio de su módulo elástico. En este caso se determinó que las correas estaban sobre tensionadas lo cual generó un cambio de su módulo elástico.

Figura 36

Tención en correas del motor



Nota: Ejecución de mantenimiento en correas del motor, las cuales tienden a calentarse.

3.1.3.1.3 Desmonte de cabezote superior del molino para corregir desgaste del plato principal de rodamiento del molino. El desmonte del cabezote de molino nace bajo el aprovechamiento de que el Wisser se encuentra desmontado gracias a que la corono sufrió un desgaste considerable, teniendo en cuenta del paro del molino se observó que es necesario intervenir varios sistemas del molino y para esto es necesario el desmonte del cabezote donde se encuentra el clasificador dinámico.

Figura 37

Desmante del cabezote del molino



Nota: Ejecución de mantenimiento en cabezote superior del molino, para corregir desgaste del plato.

3.1.3.1.4 *Se aprovecha el cambio del plato central del molino para cambiar las masas, buje y anillo principal.* Al observar las partes internas del molino se pudo concluir que el cambio de masas bujes y el anillo principal del molino era necesario, pero gracias al desmante se pudo apreciar que el plato de reposo del molino se encontraba muy desgastado y se solicita el cambio del mismo.

Figura 38

Limpieza para el cambio de plato



Nota: Cambio del plato central del molino para cambiar las masas, buje y anillo principal.

3.1.3.1.5 Desmonte de la base de los péndulos. Para extraer el plato central del molino es prescindible que se quite la base de los péndulos ya que esta reposa sobre el plato a extraer, esto se logra con un gato neumático que maneje un rango de 100Tm a 150Tm.

Figura 39

Desmonte de base Masa



Nota: Se quite la base de los péndulos ya que esta reposa sobre el plato a extraer.

3.1.3.1.6 *Se cambiará las masas de los péndulos con sus respectivos bujes.* La trituración de material tiende a desgastar las masas que las cuales son las que ejercen presión sobre el anillo esto causa su desgaste y que el buje de cada péndulo adsorba el impacto esto hace que se desajuste las diferentes partes principales del molino al pasar esto se genera un pivoteo en el mismo molino.

Figura 40

Péndulo desarmado



Nota: Cambio de péndulos y sus respectivos bujes.

3.1.3.1.7 Cambio del piñón y la corona del Wisser. El cambio de piñón surge ya que no se encontraba bien alineada con su corona, lo que generó fue la destrucción del piñón, para el cambio de esto es necesario el desmonte del Wisser.

Figura 41

Piñón para cambio



Nota: Ejecución del cambio del piñón y la corona del Wisser.

3.1.3.1.8 Cambio de anillo principal. Al desmontar el anillo se observó que tenía un desgaste significativo lo cual conllevó al cambio del mismo.

Figura 42

Anillo a Cambiar



Nota: Ejecución del cambio del anillo principal.

3.1.3.2 Disponer con los de mantenimiento el RCM realizado al equipo. Luego de cumplir con las actividades anteriores como fue realizar el análisis de RCM al molino Raymond YGM 160, en conjunto con los trabajadores los de mantenimiento y operador del molino. Mirando en el historial del molino como punto de referencia para ciertos fallos en el contexto operativo, mediante reuniones de planificadas como de carácter informal en las cuales se implementan paulatinamente dentro de las ordenes de trabajo diarias, también se deja a disposición del sistema de la planta como de los administrativos.

Figura 43

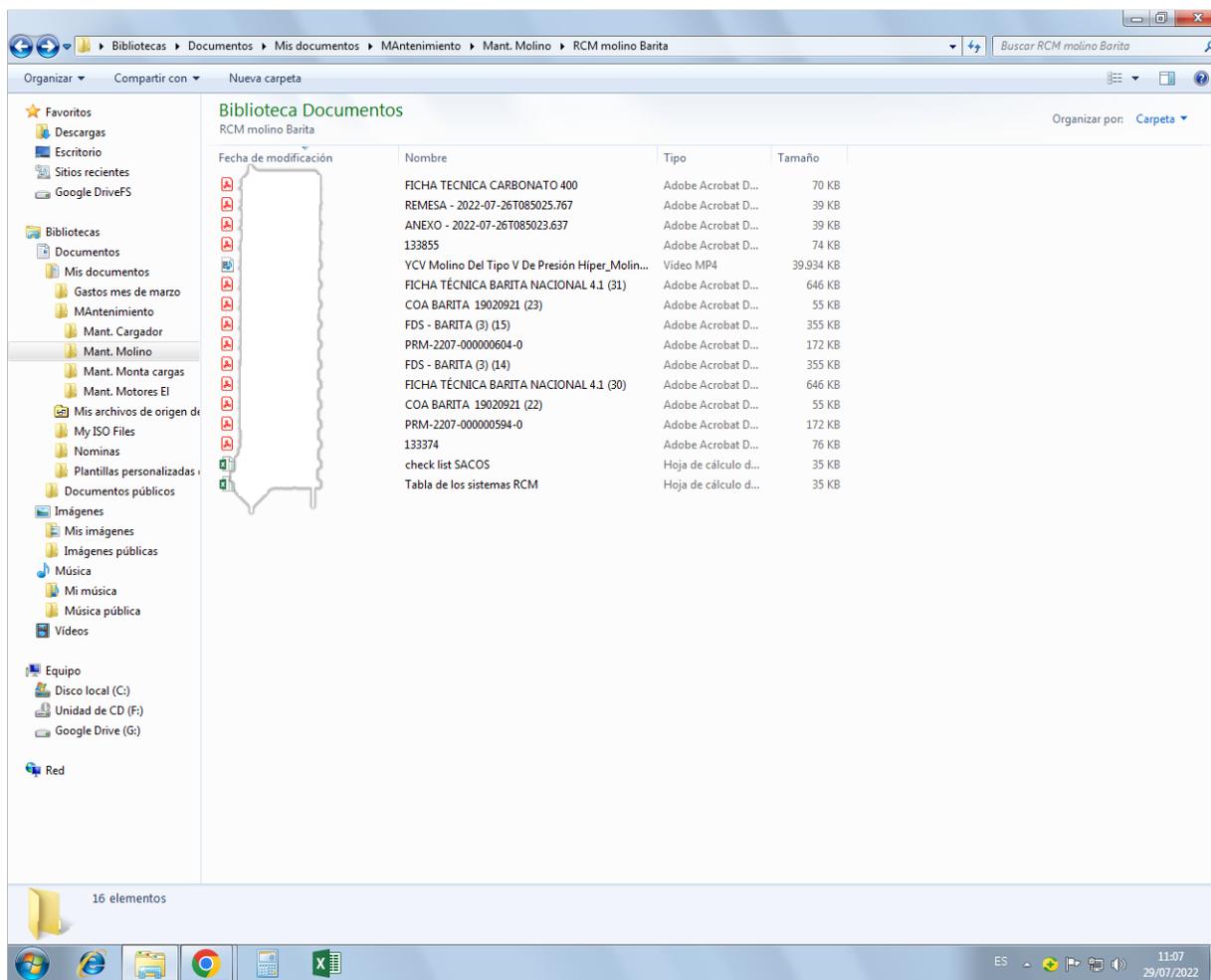
Socialización con operadores



Nota: Socialización con el personal de mantenimiento, los cambios establecidos mediante acciones del RCM.

Figura 44

Ingreso del RCM al plan de mantenimiento



Nota: Empalme del plan de manteniendo centrado en confiabilidad en la empresa.

3.1.3.3 Socializar con el equipo de mantenimiento el análisis de RCM del molino

Reymond YGM 160.

Figura 45

Socialización del RCM.



Nota: Intervención del plan de mantenimiento centro en confiabilidad (RCM) al personal de trabajo de la planta.

Capítulo 4. Diagnostico Final

El proyecto de mantenimiento centrado en la confiabilidad del molino Raymon YGM 160 queda en una etapa intermedia, ya que debe entrar en revisión y puesto en práctica durante un periodo extenso de prueba, así armar una muestra más grande, eso daría un margen y de ser llevado a cabo con el plan general de mantenimiento así complementándose con las otras actividades que se ejecutan con el plan de acciones generales de mantenimiento así mejorando la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Para un segundo escalonamiento del análisis de plan de confiabilidad es tanto necesario el hecho de profundizar más partes dentro del sistema del molino, así llevando un módulo de falla grande, sabiendo cómo sería el actuar en distintas situaciones que llevan a un fallo y minimizar el impacto dentro del tiempo fuera de servicio producción reduciendo costos, daños materiales y afectaciones como de recursos humanos y de infraestructura.

Conclusiones

Al diagnosticar los distintos sistemas que conforman la planta se estableció un punto de referencia de cuáles son los sistemas de mayor relevancia entre estos hay varias secciones que van desde patio de almacenamiento hasta la zona de empaquetado, eso permite ver que dentro de los distintos sistemas el de mayor relevancia es el del Molino que a su vez está conformado por varios subsistemas que vendrían siendo el de almacenaje, molienda y suministro de material. Establecido como crítico dos de ellos que son el molino y el almacenaje de los ciclones, esto hizo notar que el plan de mantenimiento iba enfocado a las acciones a tomar en dicho fallo de esos sistemas.

Al ver el funcionamiento del molino se pudo observar distintas fallas no críticas a corregir para así aumentar la eficiencia al moler los materiales, con base en la experiencia del operador y el jefe de mantenimiento se observó que era necesario muchos mantenimientos predictivos y remplazar piezas. Con esto surgieron grandes problemas que vendría siendo la rareza de las piezas y su difícil obtención, esto genera la necesidad de que la empresa tenga ciertas de alto grado de criticidad como rara obtención en almacenamiento y una lista de proveedores los cuales facilite la búsqueda de la misma.

Gracias a la implementación de mantenimiento proactivo se logran detectar fallas con mayor anticipación, gracias que tanto el personal que gira dentro del entorno del molino está pendiente como el personal encargado, esto genera una toma de acciones inmediatas a la hora de escuchar o ver cosas que no son del funcionamiento normal del molino, también al involucrar al personal circundante se permite aumentar la eficacia de ser necesarias de un mantenimiento correctivo, se denoto al personal que el trabajar d la mano con el operario del molino es beneficioso para todos.

Recomendaciones

A pesar de que en la planta Micronizados de la Magdalena tienen noción de cuáles son las fallas recurrentes dentro del sistema del molino, es necesario plantear dicha información dentro de un plan de mantenimiento actualizado, ya que él se maneja es muy antiguo y por lo mismo es desactualizado gracias a que con el tiempo se han hecho modificaciones y mejoras del sistema del molino.

Hacen falta planos y referencias dentro de un listado de todas las piezas y sistemas del molino. Por su gran relevancia es ideal tener piezas de gran complejidad o es raro modelo, tenerlas en almacén para así mitigar el fallo como también el tiempo que dura en el mismo.

Por cuestiones más allá que las circunstancias mecánicas del molino, lo ideal es que la empresa tenga una organización para el presupuesto de gastos de dicha maquinaria y sus debidos mantenimientos

Referencias

- ¿Qué es el Piñón? - Glosario de mecánica | Hello Auto.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://helloauto.com/glosario/piñon>
- ¿Qué es un cojinete? | GGB Bearings.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://www.ggbearings.com/es/tribou/internet-bearings/cojinetes>
- ▷ *Chumacera: qué es y para qué sirve [Guía completa].* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://saditransmisiones.com/chumacera/>
- 2.2.- *La polea.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/22_la_polea.html
- APUNTES DE INGENIERIA MECANICA: TRITURADORAS MANDIBULAS I.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2014/01/trituradoras-quijadas-i.html>
- Caliza roca: Descripción, propiedades y características.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://geotecniafacil.com/caliza-roca/>
- Cintas Transportadoras – Rotrans S.A.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://rotranssa.com/cintas-transportadoras>
- CLASIFICACIÓN EQUIPOS DE MO Molinos Pendulares, L. Y. (n.d.). *EQUIPOS DE MOLTURACIÓN Y CLASIFICACIÓN ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВЕРХТОНКОГО ПОМОЛА И КЛАССИФИКАЦИИ.*
- Clasificación y aplicación de ventiladores industriales.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventiladores-industriales/>
- Clasificador de chorro de aire - ALPA Powder Technology.* (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

https://www.alpapowder.com/es/machines/clasificador-de-chorro-de-aire/?gsn_es&campaignid=13702761567&adgroupid=126735006880&feeditemid=&targetid=kwd-899663943578&device=c&creative=530578316153&keyword=clasificador de aire

Colectores de Polvo Cyclone | Soluciones Industriales Donaldson de Colección de Polvos,

Emanaciones y Neblina. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://www.donaldson.com/es-mx/industrial-dust-fume-mist/equipment/dust-collectors/cyclone/>

Coordinación General de Minería México. (2017). Perfil de mercado de la fluorita. *Secretaría de Economía*, 1(69), 5–24.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419280/Perfil_Barita_2018__T_.pdf

CORONA DENTADA - Definición - Significado. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/corona-dentada-definicion-significado/gmx-niv15-con193695.htm>

Definición de buje - Qué es, Significado y Concepto. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://definicion.de/buje/>

El Más Popular De Raymond Molino/molino De Molienda/pulverizador/polvo Haciendo Precio

De La Máquina - Buy Powder Making Machine, Grinding Mill, Raymond Mill Product on

Alibaba.com. (n.d.). Retrieved July 31, 2022, from [https://spanish.alibaba.com/product-](https://spanish.alibaba.com/product-detail/The-most-popular-Raymond-Mill-Grinding-60686061615.html)

[detail/The-most-popular-Raymond-Mill-Grinding-60686061615.html](https://spanish.alibaba.com/product-detail/The-most-popular-Raymond-Mill-Grinding-60686061615.html)

Engineers, S. of A. (2009). *SAE JA1011: Evaluation criteria for reliability-centered maintenance (RCM) processes.* SAE International.

Joyal-Vibrating Screen, Vibrating Screen For Sales, Vibrating Screen Manufacturer. (n.d.).

Retrieved July 28, 2022, from <https://www.joyalcrusher.com/es/products/Screening->

Washing/Vibrating-Screen.html

M&S - MOLINOS PENDULAR PARA MOLIENDA EN SECO. (n.d.). Retrieved July 28, 2022,

from <http://www.manfredinieschianchi.com/301-01-3ES-molinos-pendular.htm>

Magdalena, D. E. L. (n.d.). *Minerales micronizados del magdalena.*

Oramas, C. V., Keluarga, D. D., & Oramas, C. V. (2016). *No 主観的健康感を中心とした在宅*

高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title. 2016.

PE Trituradora de Mandíbula, precio de trituradora de mandibula, fabricante de trituradora de

mandibula, modelos de trituradora de mandibula. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://es.greatwallcrusher.com/products/Jaw-Crusher.html#trituradora-de-mandibula>]

Qué son las bandas transportadoras | IRP - Intralogística. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://irp-intralogistica.com/que-son-las-bandas-transportadoras/>

Separadores Ciclónicos | Ciclones Industriales | MCAT®. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://mcat.com.mx/separadores-ciclonicos/>

Tolva: tipología y funciones : Grupo Acura. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<https://grupoacura.com/blog/soluciones-y-tecnologia/tolva/>

UBICADO EN CIENAGA, M. H. I. D. U. P. D. M. P. L. E. D. L. E. M. M. D. M., Para, U., &

Academico, S. (2012). *1 Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.* 1–152.

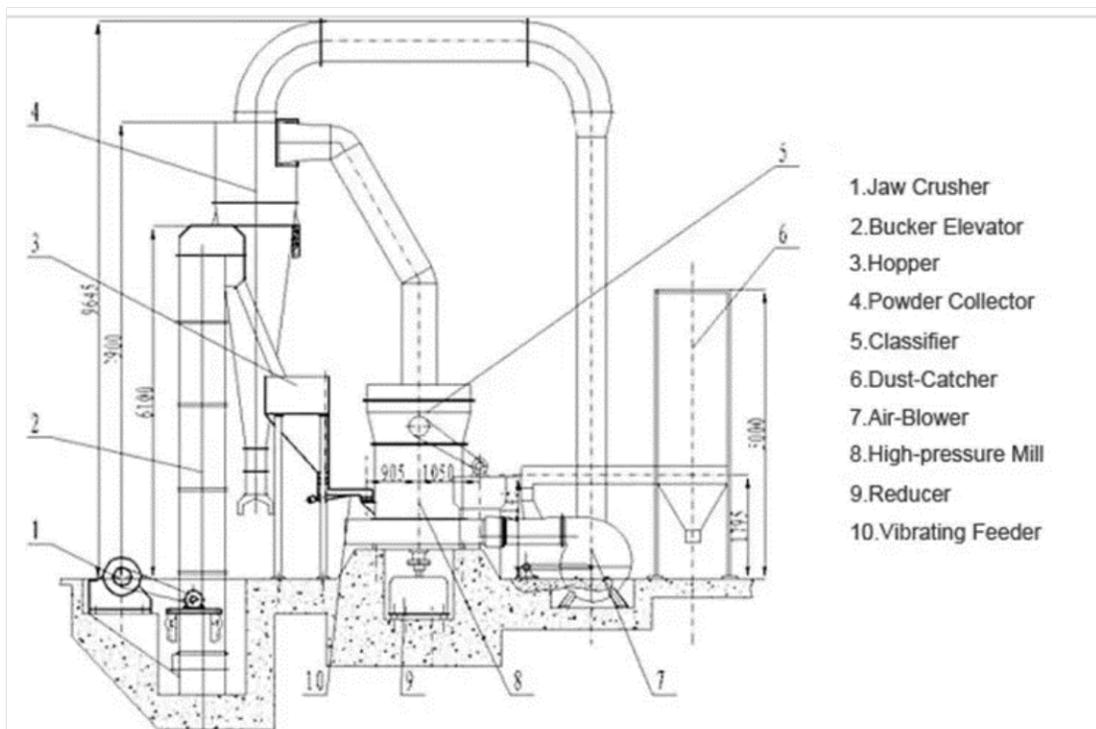
Zarandas - GN Solids America. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from

<http://www.gnsolidsamerica.es/zarandas.html>

Apéndice

Apéndice A

Diagrama del molino Raymon 160



Nota: Fuente: (El Más Popular De Raymond Molino/Molino De Molienda/Pulverizador/Polvo Haciendo Precio De La Máquina - Buy Powder Making Machine,Grinding Mill,Raymond Mill Product on Alibaba.Com, n.d.)

Apéndice B

Check List de la banda trasportador.

		CHECK LIST (BANDA TRANSPORTADORA)				N° _____
						Versión: 1
FECHA:		EQUIPO:			COD.	
CAPACIDAD:			UBICACIÓN:			
INSPECTOR:			REPARACION:			
DESCRIPCION		ESTADO				OBSERVACIONES
SISTEMA ESTRUCTURAL		R	C	N/A	SAT.	
Estructura de la banda						
Soporte de los rodillos						
Uniones						
Lona de la banda						
SISTEMA MECANICO						
Rodillos de tracción						
Rodillos de tensión						
Rodillos de base						
Rodamientos de los rodillos de tracción						
Rodamientos de los rodillos de tensión						
Rodamientos de los rodillos base						
Piños del eje de los rodillos base						
Cadena del sistema de transmisión						
Lubricación de los rodamientos						
Limpieza del imán de atracción de hierro						
CONVENCIONES: X- Requiere cambio o reparación OK- Estado satisfactorio C = Cambio R = Reparación N/A= No Aplica SAT= Satisfactorio						
ELABORO		FIRMA INSPECTOR			FIRMA SUPERVISOR	

Nota: Fuente:(UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice C

Check List de la trituradora

		CHECK LIST (TRITURADORA)				Nº _____
						Versión: 1
FECHA:			EQUIPO:			
CAPACIDAD:			UBICACIÓN:			
INSPECTOR:			REPARACION:			
DESCRIPCION	ESTADO				OBSERVACIONES	
SISTEMA ESTRUCTURAL	R	C	N/A	SAT.		
Armazón de la trituradora						
Placa de protección de las mandíbulas						
Mandíbula móvil						
Mandíbula fija						
Tornillo de la mandíbula						
Polea						
Rodamiento de la polea						
Correas						
Biela						
Cojinete de la biela						
Conjunto de resortes						
Cuñero de las mandíbulas						
Volanta						
Asiento de la rodillera						
Barra de tensión de la rodilla						
Resorte de tensión						
Tuercas de bloqueo						
CONVENCIONES X- Requiere cambio o reparación OK- Estado satisfactorio C = Cambio R = Reparación N/A= No Aplica SAT= Satisfactorio						
ELABORO		FIRMA INSPECTOR		FIRMA SUPERVISOR		

Nota: Fuente:(UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice D

Check List del molino

		CHECK LIST MOLINO				Nº _____
						Versión: 1
FECHA:	EQUIPO:				COD.	
CAPACIDAD:				UBICACIÓN:		
INSPECTOR:				REPARACION:		
DESCRIPCION	ESTADO				OBSERVACIONES	
SISTEMA ESTRUCTURAL	R	C	N/A	SAT.		
Estructura del molino						
Puertas de acceso del molino						
Protectores de Ventanas de inspección						
TUBERIAS DEL MOLINO						
Ductos de ventilado						
Ductos de extracción del material						
Ductos de extracción para filtros de manga						
Ductos de los ciclones						
ciclones						
MOLINO						
Reductor del molino						
Correas						
poleas						
Lubricación de las poleas						
Acoples del eje central						
Nivel de aceite de los péndulos						
Protectores de ventanillas del caracol						
Puntera						
Masas moledoras						
Anillo del molino						
WISSER						
Nivel de aceite de transmisión del wisser						
Polea						
Correas						
rodamiento						
Eje de mando						
Aletas						
CONVENCIONES: X- Requiere cambio o reparación OK- Estado satisfactorio C = Cambio R = Reparación N/A= No Aplica SAT= Satisfactorio						
ELABORO		FIRMA INSPECTOR			FIRMA SUPERVISOR	

Nota: Fuente: (UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice E

Ficha técnica de la zaranda de barita

		GESTIÓN DE ACTIVOS MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA		Versión 1	
				Ficha técnica Nº 001	
FICHA TÉCNICA					
Descripción		Zaranda			
Ubicación técnica		Proceso primario			
Código de identificación:		MM-PF-ZD-01			
Especificación del equipo					
Función		Zaranda vibratoria de tres niveles de filtración, con un sistema de malla con facilidad de cambiar y limpiar, utilizada para separar el material primario (barita) del material que no se necesita dentro de la fabricación del producto tales como la tierra y los cálcicos.			
Dimensiones, elementos y factores principales					
Ancho		Largo		Mallas	
1 metro		1,90 metros		Malla 1	Nº 10
				Malla 2	Nº 30
				Malla 3	Nº 50
Descripciones de las malla					
Numero de malla	Ancho	Largo	Abertura estándar	Material	
Nº 10	1 metro	1,90 metros	200 mm	Acero	
Nº 30	1 metro	1,90 metros	0,59 mm	Acero	
Nº 50	1 metro	1,90 metros	0,297 mm	Acero	
Componentes de la zaranda					
Pole tipo:	Diámetro externo polea conducida	Diámetro interno polea conducida			
Tipo B	27 cm	2 pulgadas			
Correa	Diámetro externo polea motriz	Diámetro interno polea motriz			
B-64	4 cm	14 cm			
Motor eléctrico					
Fase del motor	Potencia nominal	Revoluciones nominales			
3	5 HP	1735 rpm			

Nota: Fuente:(UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice F

Ficha técnica de la banda transportadora.

		GESTIÓN DE ACTIVOS MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA		Versión 1	
				Ficha técnica N° 004	
FICHA TÉCNICA					
Descripción		Trituradora de mandíbula			
Ubicación técnica		Proceso primario			
Código de identificación:		MM-PF-TM-01			
Especificación del equipo					
Descripción:		Utilizada en el proceso primario, tiene características de alta trituración, consta de dos placas de hierro instaladas una al frente de la otra, donde una de ellas es móvil y la otra fija durante el cual mediante un movimiento alternativo de acercamiento se logra fragmentar el material que ingresa al espacio comprendido entre las dos placas.			
Dimensiones, elementos y factores principales					
Dimensiones de apertura de alimentación		Largo		56 cm	
		Ancho		20 cm	
Datos técnicos específicos					
Polea motriz		Polea conducida		Tipo de polea	
Diámetro externo 17,7 cm		Diámetro externo 77 cm		C	
Diámetro interno 1-7/8"		Diámetro interno 4-1/8"		Tres canales	
Moto eléctrico					
Fase del motor		Potencia nominal		Revoluciones nominales	
3		34,5 HP		1760 rpm	

Nota: Fuente: (UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice G

Ficha técnica del molino Raymond YGM 160.

		GESTIÓN DE ACTIVOS MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA		Versión 1	
				Ficha técnica N° 005	
FICHA TÉCNICA					
Descripción		Molino Raymond			
Ubicación técnica		Proceso de pulverización			
Código de identificación:		MM-PP-ML-01			
Especificación del equipo					
Función		<p>Molino Raymond YGM 160, de seis péndulos, tiene como función principal la pulverización de la piedra (barita) a malla 200, tiene un sistema de reducción por poleas, consta de tres partes principales, molino central, clasificados y ventilador.</p>			
Componentes					
Anillo		Masas moledoras		Código de identificación	
Diámetro interno	61-7/8"	Diámetro interno superior	9"	Péndulo 1	MM-PP-PM-01
Diámetro externo	65-3/4"	Diámetro interno inferior	9-7/8"	Péndulo 2	MM-PP-PM-02
Altura	9-3/4"	Altura	9-7/8"	Péndulo 3	MM-PP-PM-03
Tornillería de anclaje				Péndulo 4	MM-PP-PM-04
1-3/16" X 3-1/4" X 4"		Diámetro exterior	17-3/4"	Péndulo 5	MM-PP-PM-05
3" X 4" X 15/16"				Péndulo 6	MM-PP-PM-06
Motor eléctrico					
Fase		Potencia nominal		Revoluciones nominales	
3		170 HP		1100 r.p.m	
Polea conducida			Tipo D		
			Diámetro externo: 9"		
			Diámetro interno: 15"		
Polea motriz			Tipo D		
			Diámetro interno: 7"		
			Diámetro externo: 9"		
Observación: las masas moledoras son identificadas cada una por un código					

Nota: Fuente: (UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice H

Ficha técnica de la banda transportadora al molino.

		GESTIÓN DE ACTIVOS MINERALES MICRONIZADOS DEL MAGDALENA		Versión 1
				Ficha técnica N° 006
FICHA TÉCNICA				
Descripción	Banda de alimentación molino			
Ubicación técnica	Proceso primario			
Código de identificación:	MM-PF-BT-02			
Especificación del equipo				
Función	Banda transportadora de caucho de tres lonas con la función de transportar el material desde la tolva de alimentación hacia la zaranda.			
Dimensiones, elementos y factores principales				
Largo	Ancho	Lona		
22 metros	40 centímetros	De tres cauchos		
Componentes de la banda transportadora				
Especificación de los rodillos	Rodillo base	Rodillos de tensión	Rodillo de tracción	
Numero de rodillos	2	6	9	
Diámetro del eje del rodamiento	5/4 de pulgada	3/4 de pulgada	3/4 de pulgada	
Rodamiento	NBR-P207	FTK-P204	ETK-P204	
Moto reductor				
Fase del motor	Potencia nominal	Revoluciones nominales		
3	3,8 HP	1700 rpm		
Especificaciones del sistema de transmisión	Paso	Numero de dientes	Diámetro interno del piñón	
Piñón motriz	Paso 80	30 dientes	1-1/8"	
Piñón conducido	Paso 80	16 diente	1-3/8"	

Nota: Fuente: (UBICADO EN CIENAGA et al., 2012)

Apéndice I*Formato hoja de información RCM II*

HOJAS DE INFORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS						
Hoja de trabajo de información RCM II	Elemento:	N°	Recopilado por	Fecha	Hoja	
	Sistema:	Ref.	Revisado por	Fecha	De	
FUNCION	FALLO FUNCIONAL		MODO DE FALLO		EFFECTO DE LOS FALLOS	

Nota: Formato para la ejecución del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

Apéndice J

Corrosión de las bandas de la trituradora.



Apéndice K

Adecuación del parque de recepción y almacenaje de material.

