

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**Propuesta Plan de Mantenimiento para planta terciaria de áridos**  
**Quilín Noviciado**

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de Técnico Universitario en  
MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL.

Alumnos:

Bastían Ignacio Campos Romero

Andrés Alonso Guerra Rodríguez

Profesor Guía:

Mg/Sr. Ricardo Ciudad Cartagena

**2020**

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todas las personas que me apoyaron, de manera afectiva y económica.

Quiero agradecer en especial a mis padres Marcia Romero y Enrique Bustamante quienes costearon mi carrera y apoyaron mis decisiones, a mis tíos Enriqueta Bustamante y Daniel Vázquez (Q.E.P.D) quienes me recibieron en su casa, se preocuparon de mis necesidades y estuvieron presente en una ciudad desconocida para mí, quiero agradecer a mi abuela y padre María Ávila y José Campos, quienes se preocuparon de mi desempeño académico, a mí pareja Teresa Ramos quién estuvo en los momentos difíciles de la carrera, me animó a seguir adelante y me entregó la felicidad más grande de mi vida al hacerme padre y darme la razón que necesitaba para continuar con mis estudios, mi profesión y mi vida.

También agradecer a todas las demás personas que hicieron posible que hoy esté redactando este trabajo de titulación.

Dedicado a mi hijo, mi crecimiento profesional será lo suficiente para que nunca te falte nada ni nadie, Te amo.

Bastían Campos R.

Para comenzar quiero agradecer a mi familia que me apoyo incondicionalmente desde un inicio hasta el final de mis estudios, quienes me dieron abrigo, comida y cariño.

A todos los profesores que me formaron con enseñanzas que muchas veces iban más allá de la materia, esa enseñanza que sirve para la vida, consejos de familia o de alguien que te quiere ver triunfar

Agradecer a todos mis amigos y compañeros quienes muchas veces compartimos habitación, comida y todo lo que fuese posible para ayudar al compañero

Agradezco en especial a mis Padres Andrés Guerra y Mario Belmar quienes lucharon día a día y me aconsejaron, guiaron por el buen camino de la vida, entregándome valores que hoy en día no se ven.

Agradezco enormemente a mi Madre Marcela Rodríguez quien me dio la vida, en ningún momento de mi vida me dio la espalda inclusive cuando estaba en problemas, por esto y por todo, TE AMO MAMA.

Andrés Alonso Guerra Rodríguez

## **Resumen**

**Keywords: Polvo de roca 6mm, Gravilla 17mm, Gravilla 13mm.**

Éste trabajo de titulación se trata de una propuesta de plan de mantenimiento para la planta de áridos de la empresa Quilín ubicada en “Chorrillo uno lote a10b, Lampa, Región Metropolitana”, del cual se obtiene como producto polvo de roca 6 mm, gravilla 17 mm y gravilla 13 mm, que se transporta hacia la Planta de asfalto de Quilín TICEL 200, la cual en su proceso produce Mezclas Asfáltica Convencionales (MOP/SERVIU), Mezclas Asfálticas Modificadas con Polímeros y Micro Aglomerados en Caliente y en Frío que se vende a distintas empresas a nivel nacional.

Se explicará de forma clara y concisa el por qué se deberá implementar un plan de mantenimiento, el cuál sea planificado y disminuya los costos por mantenimiento. Ya que Quilín trabaja con un propio Software de mantenimiento, pero aún no registra un plan de mantenimiento para la planta y no puede gestionar de manera eficiente las ordenes de trabajo ni sus tareas de mantenimiento.

## índice

Resumen.....	4
SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS .....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
Capítulo 1: Diagnostico de la situación actual.....	10
1. Diagnóstico.....	10
1.1 Antecedentes generales y específicos del proyecto.....	10
1.1.2 Objetivos del proyecto.....	10
1.1.2.1. Objetivo general.....	10
1.1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.1.3. Descripción de la empresa.....	11
1.1.3.1. Misión de la empresa.....	11
1.1.3.2. Visión de la empresa.....	11
1.1.3.3. Ubicación.....	12
1.1.4. Alcance del proyecto.....	13
1.1.5. Equipos de la planta.....	15
1.1.6. Descripción de Equipos.....	15
1.1.7. Problemática.....	22
1.1.8. Propuesta a la problemática.....	22
1.1.9. Mapeo de proceso.....	23
Capítulo 2: Jerarquización de activos e identificación de fallas.....	25
2.1. Descripción de análisis de criticidad.....	25
2.1.1. Criterio de evaluación.....	26
2.2. Análisis de criticidad.....	27
2.3. Descripción FMECA.....	29
2.3.1. Clasificación de fallas.....	30
2.4. Identificación de falla mediante análisis “FMECA”.....	35
2.5. Análisis funcional mediante la clasificación de fallas.....	36
2.6. EQUIPO CRÍTICO.....	37
Capítulo 3: Plan de mantenimiento.....	38
3.1 Mantenimiento industrial.....	38
3.2. Tipos de mantenimientos.....	38

3.2.1. Mantenimiento correctivo .....	38
3.2.2. Mantenimiento preventivo .....	39
3.2.3. Mantenimiento Predictivo .....	39
3.2.4. Mantenimiento Proactivo .....	40
3.3. Plan de mantenimiento .....	40
3.4. Formas de elaborar un plan de mantenimiento .....	40
3.5. Plan de tareas Chancador VSI .....	41
<b>Capítulo 4: Análisis económico .....</b>	<b>58</b>
4.1 Repuestos y suministros .....	58
4.2. Herramientas .....	60
4.3. Costo total del plan de mantenimiento .....	60
4.3.1. Costo total de las tareas de mantenimiento .....	61
4.3.2. Costo total de herramientas .....	76
4.4. Resultado análisis económico .....	76
<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>77</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>78</b>

## **SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS**

### **SIGLAS**

MOP: Ministerio de Obras Públicas

SERVIU: Servicio De Vivienda Y Urbanización

P.M.: Plan de Mantenimiento.

CTR: Criticidad total por riesgo.

FF: Frecuencia de falla.

I.O: Impacto operacional.

F.O: Flexibilidad operacional.

CM: Costo de mantenimiento.

SHA: Impacto en seguridad, higiene y ambiental .

FMEA: Análisis del modo y efecto de falla.

FMECA: Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad.

RPN: Número de prioridad de riesgo.

Aprox: Aproximadamente.

CTPMA= Costo total del plan de mantenimiento anual

### **Simbología**

mm: Milímetro.

T: Tonelada.

MTph: Megatonelada por hora.

kW: Kilowatt.

Kg: Kilogramo.

Rpm: Revoluciones por minuto.

Luz: Medida de los orificios en las mallas del harnero.

HP: Caballos de fuerza.

CLP: Peso Chileno.

Hrs: Horas.

Inch<sup>3</sup>= Pulgada cúbica.

## **INTRODUCCIÓN**

El alcance que tendrá el plan de mantenimiento es a una planta de aridos que generó en el año 2018 y 2019 42.328 T y 70.098 T respectivamente de Gravilla 17mm, gravilla 13mm, polvo roca 6mm. Siendo así, la planta que más produce en Noviciado.

La empresa Quilín es una gran empresa que se dedica a dar soluciones a problemas asfálticos en el país, está equipada con 8 plantas de áridos y 7 plantas de asfalto, más 2 plantas móviles, las cuales se les gestiona sus procesos, productos y mantenimientos mediante un Software interno. El proyecto del software no lleva mucho tiempo en Quilín y el analista de mantenimiento aún no crea planes de mantenimiento para todas las plantas, y necesita un P.M. en la planta terciaria Noviciado para optimizar el tiempo en reparaciones y mantenimiento, mantener un registro de forma eficiente y disminuir los costos de mantenimiento

Entonces se presentó como objetivo general “crear un plan de mantenimiento para el mejoramiento operacional de la planta, en lo que refiere al uso de los activos por medio de manejos eficientes de dichos recursos”, y para lograr este objetivo se plantearon 4 objetivos específicos, 1. Realizar un levantamiento técnico de piezas, agrupar cada piezas y elementos para comprender mejor los equipos, 2. Crear tareas de mantenimiento y Check list diarios que ayuden al analista a gestionar el mantenimiento en la planta, 3. Determinar los costos de mantenimiento que tendrá el P.M. para tener conocimiento de los recursos que se usarán, 4. Fijar el costo monetario que tendrá el mantenimiento de la planta con este P.M.

## **Capítulo 1: Diagnostico de la situación actual.**

### **1. Diagnóstico.**

Se dará a conocer información y la situación actual de Quilín, Los antecedentes de la empresa, su misión, su visión, la ubicación de la planta y el alcance de la planta de áridos terciaria

#### **1.1 Antecedentes generales y específicos del proyecto.**

El proyecto consiste en crear un plan de mantenimiento a la empresa Quilín Noviciado para su planta de áridos. La propuesta consiste en proponer este plan para que puedan ejecutar y planificar sus tareas de mantenimiento en su Software interno para proyectar la vida útil de los activos de la empresa, de esta manera Quilín pueda disminuir sus costes por mantenimiento.

#### **1.1.2 Objetivos del proyecto.**

##### **1.1.2.1. Objetivo general.**

Crear un plan de mantenimiento para el mejoramiento operacional de la planta, en lo que refiere al uso de los activos por medio de manejos eficientes de dichos recursos.

##### **1.1.2.2 Objetivos específicos.**

Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

- Realizar un levantamiento técnico de información a la planta de árido, para agrupar cada equipo y piezas, y así, definir sus componentes.
- Jerarquizar sus activos mediante un análisis de criticidad para organizar los recursos económicos, humanos y tecnológicos.
- Crear tareas de mantenimiento y “Check list diarios” para formar el plan de mantenimiento
- Determinar el costo de suministros necesarios para ejecutar el plan de mantenimiento

**Comentado [GG1]:** Revisar margen de enumeración

### 1.1.3. Descripción de la empresa



Figura 1-1: Logo Empresa Quilín

Quilín es una empresa dedicada a la Comercialización, Ejecución y Conservación de Obras de Pavimentación y Fabricación de Mezcla Asfáltica, con más de 39 años en el mercado, ha producido más de 13 millones de metros cúbicos de áridos chancados como: base estabilizada, ripio, arena, gravilla, polvo de roca y arena entre otros, destinados a obras de construcción de calles y edificación.

Sólo en el área de producción de mezcla asfáltica desde el año 2000 se han producido más de 2.500.000 metros cúbicos de mezcla asfáltica para diferentes obras a lo largo de Chile, En la actualidad cuenta con instalaciones fijas ubicadas Peñalolén y Lampa de la Región Metropolitana, en la ciudad de Viña del Mar en la V Región y en la ciudad de Concepción en la VIII Región. **Estás suman en total 8 plantas de áridos y 7 plantas productoras de mezcla asfáltica.**

#### 1.1.3.1. Misión de la empresa

QUILÍN busca contribuir a nivel nacional en la pavimentación asfáltica, focalizándose en la calidad de sus productos y servicios con el fin de satisfacer las necesidades y confianza de los clientes.

Promover la transparencia, el desarrollo económico, laboral y social sustentable en el tiempo para brindar excelencia a los usuarios, clientes públicos y privados.

#### 1.1.3.2. Visión de la empresa

Ser la mejor empresa en soluciones asfálticas del País.

### 1.1.3.3. Ubicación

La Planta terciaria de áridos Quilín Noviciado se encuentra en Camino Chorrillos I lote A10B, Región Metropolitana

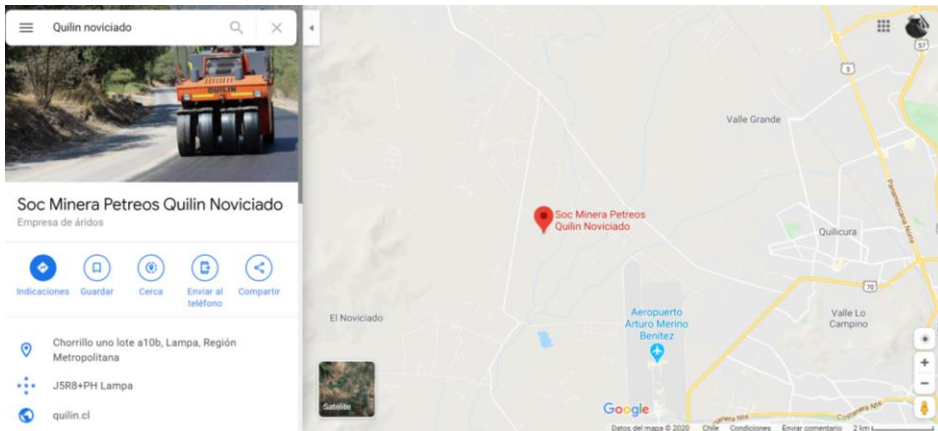


Figura 1-2: Ubicación empresa Google Maps

### 1.1.3.4. Cientes

Los clientes de la empresa Quilín a lo largo de su trayectoria ha logrado captar la confianza de distintos clientes de diferentes áreas, a continuación, se detalla algunos de los clientes más destacados:

- SERVIU
- Constructora Carran
- Constructora Pocuro
- Socobesa
- MOP
- Tierra Andina

#### 1.1.4. Alcance del proyecto

Este plan de mantenimiento va dirigido a una planta que generó en el año 2018 y 2019, 42.328 T y 70.098 T respectivamente Y, aportando en la producción de áridos de todas las plantas de Quilín con un 10,7% en el año 2018 y un 13,87% en el año 2019. Y un 70,5% en el año 2018 y un 61% de la producción de áridos en Quilín El Noviciado.

En este cuadro podemos observar la producción de la planta terciaria en Noviciado del año 2019.

PLANTA TERCIARIA NOVICIADO   2019							
Mes	Polvo roca 5 mm	Polvo de Roca 3/8	Polvo Roca 3/8 y Gravilla 3/4	Gravilla 17 mm, Gravilla 13 mm, Polvo roca 6 mm	Gravilla 9 mm, Polvo roca 6 mm	Gravilla 13 mm, Polvo roca 6 mm	Total
Enero	0	0	0	6.406	0	0	6.406
Febrero	0	0	0	6.215	0	0	6.215
Marzo	0	0	0	3.816	0	0	3.816
Abril	0	0	0	4.944	0	0	4.944
Mayo	0	0	0	6.224	0	0	6.224
Junio	0	0	0	7.752	0	0	7.752
Julio	0	0	0	5.844	0	0	5.844
Agosto	0	0	0	6.759	0	0	6.759
Septiembre	0	0	0	5.815	0	0	5.815
Octubre	0	0	0	5.174	0	0	5.174
Noviembre	0	0	0	5.376	0	0	5.376
Diciembre	0	0	0	5.772	0	0	5.772
Totales	0	0	0	70.098	0	0	70.098

Figura 1-3: “Cuadro de producción extraído del software Quilín, Planta terciaria Noviciado, En este cuadro podemos observar la producción de la planta terciaria en Noviciado el año 2018.

PLANTA TERCIARIA NOVICIADO   2018							
Mes	Polvo roca 5 mm	Polvo de Roca 3/8	Polvo Roca 3/8 y Gravilla 3/4	Gravilla 17 mm, Gravilla 13 mm, Polvo roca 6 mm	Gravilla 9 mm, Polvo roca 6 mm	Gravilla 13 mm, Polvo roca 6 mm	Total
Enero	154	0	0	0	0	0	154
Febrero	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	2.604	0	0	0	2.604
Abril	0	0	204	4.980	0	0	5.184
Mayo	0	0	0	3.288	0	0	3.288
Junio	0	0	0	6.240	0	0	6.240
Julio	0	0	0	2.500	0	0	2.500
Agosto	0	0	0	6.312	0	0	6.312
Septiembre	0	0	0	4.140	0	0	4.140
Octubre	0	0	0	7.020	0	0	7.020
Noviembre	0	0	0	3.084	0	5.208	8.292
Diciembre	0	0	0	4.764	0	0	4.764
Totales	154	0	2.808	42.328	0	5.208	50.498

Figura 1-4: “Cuadro de producción extraído del software Quilín, Planta terciaria Noviciado,

En este cuadro podemos observar la producción mensual Total de la empresa Quilín y de cada una de sus plantas del año 2018.

Planta	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
PR-01 Estabilizado (No disponible)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-02 Planta RAG	10.398	11.198	10.042	8.908	7.232	6.528	4.410	9.012	8.094	11.314	9.712	10.440	107.288
PR-03 Gris (No disponible)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-04 Planta Terciaria Departamental	6.348	6.456	6.552	6.972	4.008	60	0	480	6.288	9.744	14.172	10.022	71.102
PR-05 Chancador Mandibula Svedala	5.469	2.456	2.581	7.958	7.101	1.647	0	5.768	3.528	8.840	4.221	3.636	52.815
PR-06 Planta Terciaria Obras (Bulnes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-07 Base Estabilizada Departamental	12.186	14.182	18.256	15.812	18.582	14.978	16.464	17.954	6.734	19.296	9.908	12.027	176.379
PR-08 Integral (No disponible)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-09 Planta Primaria Noviciado	4.848	3.546	8.666	11.188	8.299	2.370	0	4.860	2.760	3.642	4.521	3.765	58.465
PR-10 Planta Terciaria Noviciado	154	0	2.604	5.184	3.288	6.240	2.500	6.312	4.140	7.020	11.362	10.950	59.754
PR-11 Planta Terciaria Obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-12 Planta Terciaria Powerscreen	0	0	0	0	0	2.065	4.860	4.488	4.812	8.400	1.578	6.945	33.148
<b>Totales</b>	<b>39.403</b>	<b>37.838</b>	<b>48.701</b>	<b>55.632</b>	<b>48.510</b>	<b>33.888</b>	<b>28.234</b>	<b>48.874</b>	<b>36.356</b>	<b>68.256</b>	<b>55.474</b>	<b>57.785</b>	<b>558.951</b>

Figura 1-5: “Informe mensual de producción, Extraído del Software Quilín, 2018”

En este cuadro podemos observar la producción mensual Total de la empresa Quilín y de cada una de sus plantas del año 2019.

Planta	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
PR-01 Estabilizado (No disponible)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-02 Planta RAG	11.248	6.788	10.254	9.788	11.760	9.686	5.658	7.316	10.026	10.746	7.560	6.876	107.706
PR-03 Gris (No disponible)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-04 Planta Terciaria Departamental	15.588	11.712	11.208	8.916	6.132	9.520	10.200	6.514	5.916	7.164	2.796	0	95.666
PR-05 Chancador Mandibula Svedala	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	282
PR-06 Planta Terciaria Obras (Bulnes)	3.714	3.986	4.086	4.056	6.927	3.871	5.788	5.673	3.634	7.947	8.535	4.920	63.137
PR-07 Base Estabilizada Departamental	16.828	10.128	15.547	13.118	13.378	6.076	10.654	14.805	11.634	11.004	8.756	6.636	138.564
PR-08 Integral (No disponible)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-09 Planta Primaria Noviciado	3.570	3.780	3.063	7.782	4.665	4.530	5.295	8.805	5.700	705	1.630	3.885	53.430
PR-10 Planta Terciaria Noviciado	13.258	9.456	6.948	4.944	6.224	7.752	5.844	6.759	5.815	5.174	5.376	5.772	83.322
PR-11 Planta Terciaria Obras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-12 Planta Terciaria Powerscreen	7.872	4.608	4.952	4.920	4.530	5.375	5.028	4.440	2.796	4.992	4.366	4.872	58.751
<b>Totales</b>	<b>72.360</b>	<b>50.458</b>	<b>56.058</b>	<b>53.524</b>	<b>53.616</b>	<b>46.810</b>	<b>48.467</b>	<b>54.312</b>	<b>45.521</b>	<b>47.732</b>	<b>39.039</b>	<b>32.961</b>	<b>600.858</b>

Figura 1-6: “Informe mensual de producción, Extraído del Software Quilín, 2019”

### **1.1.5. Equipos de la planta**

Actualmente la planta terciaria Quilín noviciado cuenta con un número limitado de maquinaria, gracias a esta maquinaria es posible que se realice de manera efectiva la línea de producción de la planta, a continuación, se entregara una lista detallada de la planta terciaria:

- Caseta de Control
- Buzón alimentador
- Cinta transportadora alimentadora del chancador
- Chancador VSI
- Cinta transportadora alimentadora del Harnero
- Harnero
- Cinta transportadora de retorno
- Cinta transportadora 1
- Cinta transportadora 2
- Cinta transportadora 3

### **1.1.6. Descripción de Equipos**

#### **➤ Caseta de Control**

Estructura la cual está diseñada para operar la planta mediante un sistema de mando y control, en su interior podemos encontrar tableros de control que poseen contactores, botoneras, luces piloto y protecciones eléctricas, además cumple la función de proteger al operario del sonido generado por la maquinaria.

**Comentado [GG2]:** Mejorar la redacción, ideal agregar fotografía

➤ **Buzón Alimentador**

Estructura en donde se deposita el material a procesar y este lo envía a la cinta transportadora que alimenta al chancador, contiene una red de humectación, una cinta transportadora y un chute de traspaso. La cinta transportadora contiene un Motoreductor de 5,5kW, 6 polines, 1 tambor motriz que utiliza 2 rodamientos F-209 y 1 tambor conducido que utiliza 2 rodamientos T-209; Mientras que el chute de traspaso contiene guarderas.



Figura 1-7: Buzón Alimentador Planta Terciaria

➤ **Cinta transportadora alimentadora del chancador**

Estructura que transporta el material desde el buzón alimentador al chancador, La compone un imán para atrapar materiales ferrosos inchancables, polines, un tambor motriz que utiliza 2 rodamientos P-212, un tambor conducido de cola auto-limpiante que utiliza 2 rodamientos T-212, un chute de traspaso que utiliza guarderas y un sistema motriz por correa compuesto por un motor eléctrico de 15 HP, una correa de transmisión B2478 y un reductor.



Figura 1-8: “Video de la planta Terciaria Noviciado”

### ➤ Chancador VSI

Maquina encargada de reducir la granulometría del material alojado en su interior mediante el movimiento interior de su eje vertical.

En su exterior cuenta con un control de cascada, enclavamiento de seguridad, emisor de datos VOCS, puerta de inspección, trampa de inspección, trampa de inspección de la correa trapezoidal, protectores de correa, tensión de correa, motor eléctrico de 220kW, abrazaderas de techo y la tolva.

En su interior cuenta con el paso de cascada, tubo de alimentación, anillo de cavitación, el rotor (el cual definiré después sus componentes), la cámara de trituración, piezas fundidas de desgaste, la base de la trituradora, el alojamiento del cojinete, correas de transmisión, conductos de evacuación, conductos de evacuación de grasa, araña de centrado, plato de control, puerta de control y el plato esparcidor. |

|El rotor está compuesto por el tubo de alimentación, plato distribuidor con su perno distribuidor, plato de desgaste superior, anillo de alimentación, placa de desgaste inferior, carcasa del rotor, placas de desgaste de inserto/cavidad en ambas posiciones que contienen placas de inserto y placas de reserva, está la placa de retención y el cubo del rotor con el seguro cónico.

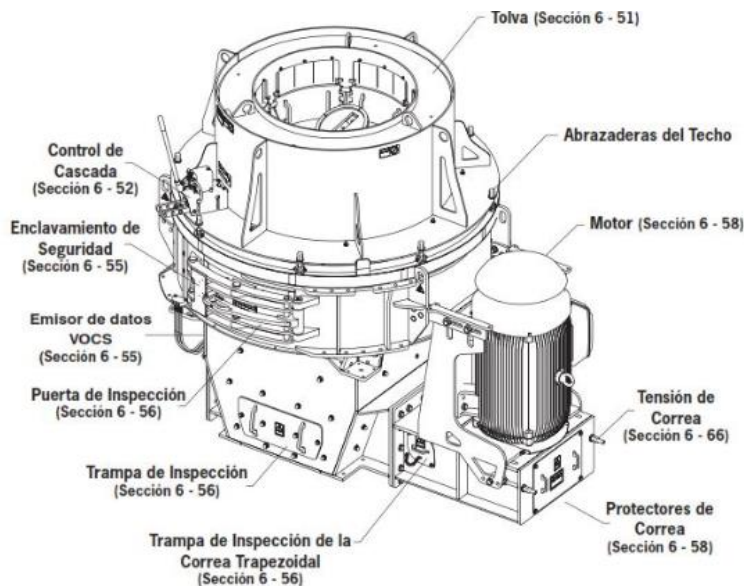


Figura 1-9: “Chancador VSI vista exterior”, Imagen referencial Manual de instrucciones Metso chancador vsi b7150SE

**Comentado [GG3]:** Revisar tamaños de imágenes, fuera de margen

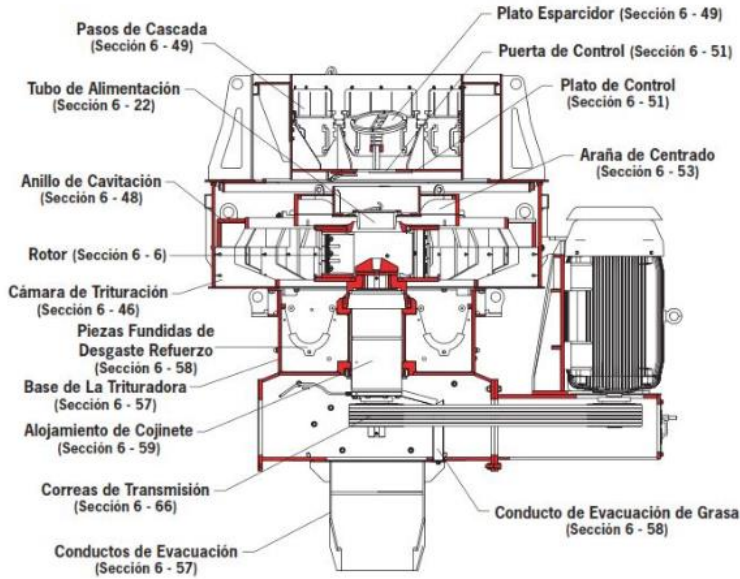


Figura 1-10: “Chancador VSI vista interior”, Imagen referencial Manual de instrucciones Metso chancador vsi b7150SE

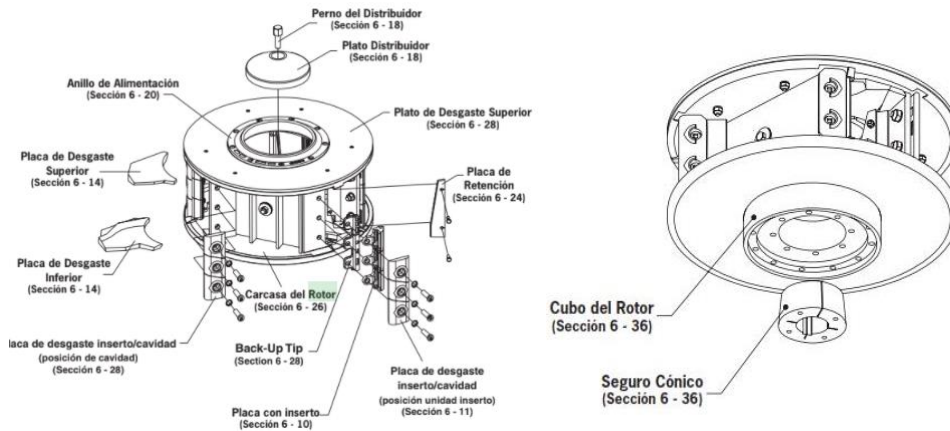


Figura 1-11: “Piezas rotor chancador VSI”, Imagen referencial Manual de instrucciones Metso chancador vsi b7150SE

Datos técnicos:

Modelo	Barmac® B7150SE™
Potencia	220 kW
Velocidad	1.100 - 2.100 rpm
Peso Operacional	12.400 kg
Tamaño Máximo De Alimentación	45 mm
Capacidad Mínima	125 MTph
Capacidad máxima en cascada	545 MTph



Figura 1-12: Chancador Metso VSI Barmac® B7150SE™

➤ **Cinta transportadora alimentadora del Harnero**

Estructura la cual lleva el material desde el chancador hasta el harnero el cual realiza una selección de acuerdo con su granulometría, La compone 16 polines, un tambor motriz que utiliza 2 rodamientos, un tambor conducido que utiliza 2 rodamientos, un chute de traspaso que utiliza guarderas y un sistema motriz por correa compuesto por un motor eléctrico, una correa de transmisión y un reductor.



Figura 1-13: Cinta transportadora que alimenta el harnero

➤ **Harnero**

Maquina la cual recibe material mediante una cinta transportadora desde el chancador para posteriormente clasificarlos de acuerdo con su granulometría, el material que no cumpla con los requisitos del harnero será devuelto al chancador mediante una cinta de retorno.

Sus partes están formadas por Resortes, 2 motores eléctricos de 380kW, correas de transmisión y 10 mallas de 1m x 85cm, las cuales están divididas en 2 de luz 10, 2 de luz 12, 2 de luz 13, 2 de luz 15 y 2 de luz 18.



Figura 1-14: Harnero de la planta de áridos

Terciaria

➤ **Cinta transportadora de retorno**

Estructura que transporta el material rechazado en el harnero por no cumplir con la granulometría adecuada, esta lo transporta hacia la cinta alimentadora del chancador, está compuesta por 26 polines, un tambor motriz que utiliza 2 rodamientos, un tambor conducido que utiliza 2 rodamientos, un chute de traspaso que utiliza guarderas y un sistema motriz por correa compuesto por un motor eléctrico de 20 HP, una correa de transmisión y un reductor.



Figura 1-15: Cinta transportadora planta de áridos Terciaria Quilín Noviciado

➤ **Cintas transportadoras 1,2 y 3**

Cintas que transportan el material chancado con la granulometría adecuada hacia el suelo donde una grúa la transporta a diferentes montones donde las reservan para posteriormente ser utilizado en otro proceso para generar asfalto.

**1.1.7. Problemática**

Actualmente la planta terciaria trabaja con un mantenimiento reactivo, reparan únicamente cuando ocurre la falla y no intentan prevenir las fallas, no programan sus tareas, no tienen tareas de mantenimiento, de esta manera se ve afectado la disponibilidad de las máquinas y equipos, esto afecta directamente en la producción anual de la planta, las tareas son muchas veces realizadas de manera incorrecta, además también se ve afectada la seguridad de las personas que interactúan en las acciones de mantenimiento.

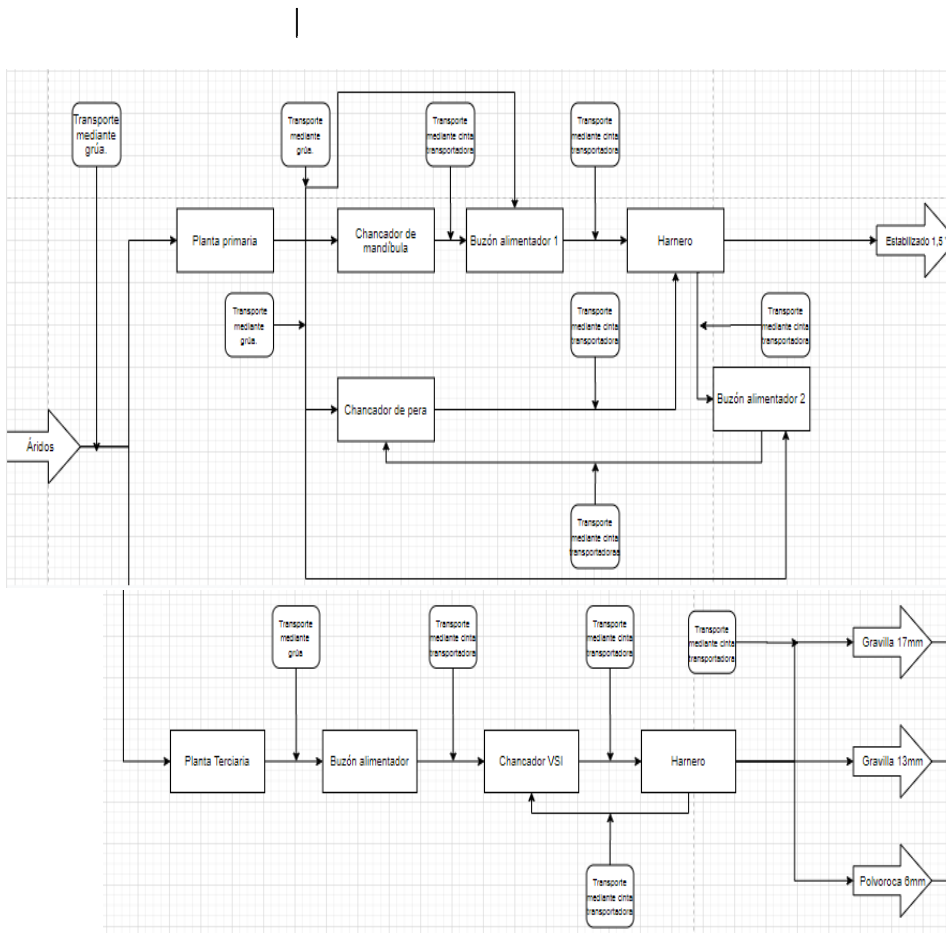
Es por esto que el analista de mantenimiento desea crear un plan de mantenimiento para subir al software de la empresa y así mejorar su gestión de activos y mantenimiento.

**1.1.8. Propuesta a la problemática**

Proponer, Diseñar e implementar un plan de mantenimiento para que el analista suba al software y pueda gestionar de manera eficiente las ordenes de trabajo, se deben tener en cuenta los equipos críticos de la línea de producción, lograr identificar los sistemas que más presenta fallas para llevar un catastro de lo que requiere más recursos, de esta manera debiese disminuir los costos por mantención e insumos para intervenir los equipos y disminuir el tiempo en que el equipo está detenido.

### 1.1.9. Mapeo de proceso

En el siguiente diagrama de cuadros extraído desde draw.io (url en biografía) veremos los activos que intervienen los procesos en las plantas de áridos y la planta de asfalto, y así entender la responsabilidad de la planta Terciaria de Noviciado en la empresa y la venta de su producto.



**Comentado [GG4]:** Problema con la dimensión de la imagen

Figura 1-16a: "Diagrama de bloques proceso de áridos"

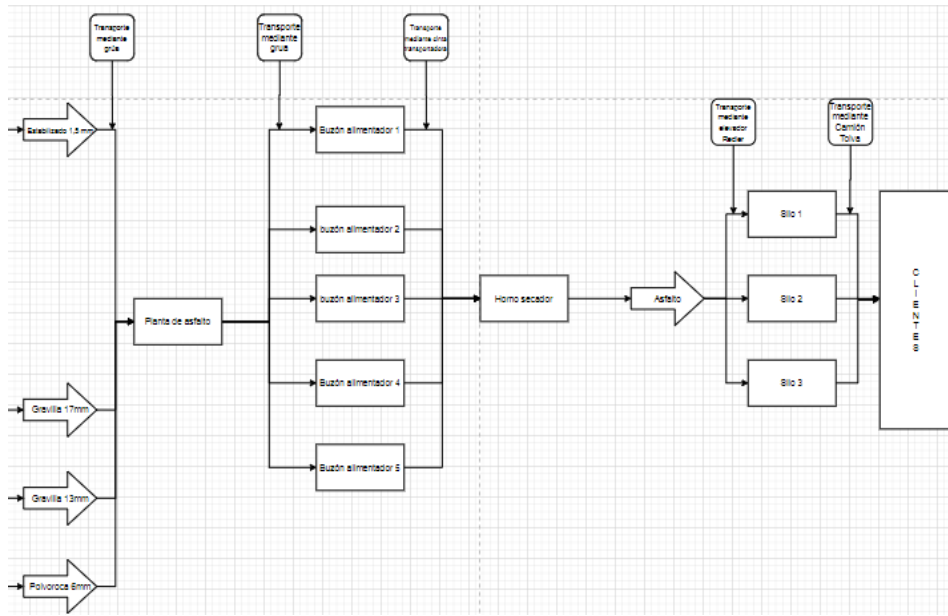


Figura 1-16b: “Diagrama de bloques proceso de asfalto Quilín

## **Capítulo 2: Jerarquización de activos e identificación de fallas.**

### **2.1. Descripción de análisis de criticidad.**

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. La planta de áridos Terciaria de Quilín Noviciado se compone con un total de 10 equipos los cuales analizaremos para identificar la criticidad de estos equipos mediante el cálculo de su probabilidad de frecuencia de fallo y la consecuencia que ésta genera en el funcionamiento de la planta.

Para el análisis de los equipos, se consideraron como frecuencias las fallas que ocurrieron en los equipos en el año 2019 y la consecuencia los valores según indiquen las tablas y que estén asociados a la maquinaria de la planta Terciaria Quilín Noviciado, usando el modelo de criticidad semicuantitativo CTR. Desde el punto de vista científico la fórmula que puede exponer la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad total por Riesgo} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta en un determinado periodo de tiempo, y la consecuencia está relacionada con el impacto operacional, los costos de reparación, impactos a la seguridad y el medioambiente. Por lo tanto, los criterios o variables fundamentales para realizar un análisis de criticidad son:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción (Flexibilidad operacional)
- Costos (operacionales y mantenimiento)
- Frecuencia de falla

Tomando en cuenta estos parámetros podemos definir la consecuencia como:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto operacional} * \text{Flexibilidad operacional}) + \text{Costo Mto.} + \text{Impacto SAH}$$

### 2.1.1. Criterio de evaluación

$$\text{Riesgo: } FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

<b>Frecuencia de Fallos (FF):</b>		<b>Coste de Mto. (CM):</b>	
Pobre mayor a 4 fallos/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	2
Promedio 2 - 4 fallos/año	3	Inferior a 20000 \$	1
Buena 1 - 2 fallos/año	2		
Excelente menos de 1 fallo/año	1		
<b>Impacto Operacional (IO):</b>		<b>Impacto en SHA (SHA):</b>	
Parada inmediata del servicio PLANTA	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada de la unidad asistencial PROCESO	6	Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Impacta en niveles de producción o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Repercuta en costes operacionales asociados a la indisponibilidad	2	Provoca daños menores (accidentes e incidentes) personal propio	2
No genera ningún efecto significativo sobre la actividad asistencial	1	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
<b>Flexibilidad Operacional (FO):</b>		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	
No existe opción de servicio y no hay función de repuesto.	4		0
Hay opción de repuesto compartido	2		
Función de repuesto disponible	1		

Figura 2-1: Criterios de evaluación de Análisis de CTR

**Frecuencia de Falla:** Indica la cantidad de fallas que posee cualquier equipo en un tiempo determinado.

**Impacto Operacional:** Es el porcentaje o capacidad de producción que se afecta cuando ocurre la falla, es un indicador que representa el efecto en la continuidad operacional de la planta.

**Flexibilidad Operacional:** Es el tiempo de reparación de la falla (actividades de logísticas y ejecución de la reparación), está enfocado a la disponibilidad de función de los equipos, es importante este criterio, ya que determina el grado de impacto de los equipos en el negocio.

**Costo de Mantenimiento:** Costo de la falla, enfocado a los costos asociados al mantenimiento, reparación y operación del equipo.

**Impacto en seguridad, higiene y ambiente:** Es la posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas, instalaciones y/o daños al ambiente, el análisis es cualitativo y requiere de la opinión de expertos que conozcan los riesgos asociados.

## 2.2. Análisis de criticidad

En la siguiente table 2-2 podemos apreciar los parámetros para definir los equipos críticos en base a los criterios Consecuencia vs Frecuencia

Consecuencia Frecuencia	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
4	Semi crítico	Semi crítico	Crítico	Crítico	Crítico
3	Semi crítico	Semi crítico	Semi crítico	Crítico	Crítico
2	No crítico	No crítico	Semi crítico	Semi crítico	Crítico
1	No crítico	No crítico	No crítico	Semi crítico	Crítico

Tabla 2-2: Matriz de criticidad, elaboración propia en base a tablas de análisis de criticidad por CTR.

En la siguiente tabla 2-1, se realizará un análisis CTR a los equipos de la planta Terciaria de áridos de Quilín Noviciado para Jerarquizarlos y seleccionar los equipos críticos para aplicar el FMECA.

Tabla 2-1: “Análisis CTR realizado a los equipos de la planta Terciaria Quilín Noviciado”

Equipos	Frecuencia de falla	Impacto O.	Flexibilidad	Coste mto.	Impacto SHA	Consecuencia	Total	Jerarquización
Caseta de control	2	10	1	1	0	11	22	No crítico
Cinta transportadora alimentadora del chancador	4	10	1	1	8	19	76	Semi crítico
Buzón Alimentador	4	10	1	1	8	19	76	Semi crítico
Cinta Transportadora alimentadora del harnero	2	10	1	1	8	19	38	No crítico
Chancador VSI	4	10	4	1	8	49	196	Crítico
Harnero	4	10	2	1	8	29	116	Crítico
Cinta transportadora de retorno	4	10	1	1	8	19	76	Semi crítico
Cinta transportadora 1	3	4	1	1	8	13	39	Semi crítico
Cinta transportadora 2	1	4	1	1	8	13	13	No crítico
Cinta transportadora 3	1	4	1	1	8	13	13	No crítico

### 2.3. Descripción FMECA

El FMECA (Failure Mode and Effects and Criticality Analysis) es una extensión del modo de falla y análisis de efecto (FMEA) El cual es un modo analítico inductivo ascendente que se puede realizar a nivel estructural o por piezas que incluye el análisis de criticidad, con el cual se puede determinar la probabilidad de modos de fallas con sus consecuencias o impactos operacionales.

Ver diagrama de metodológico (Figura 2-2).

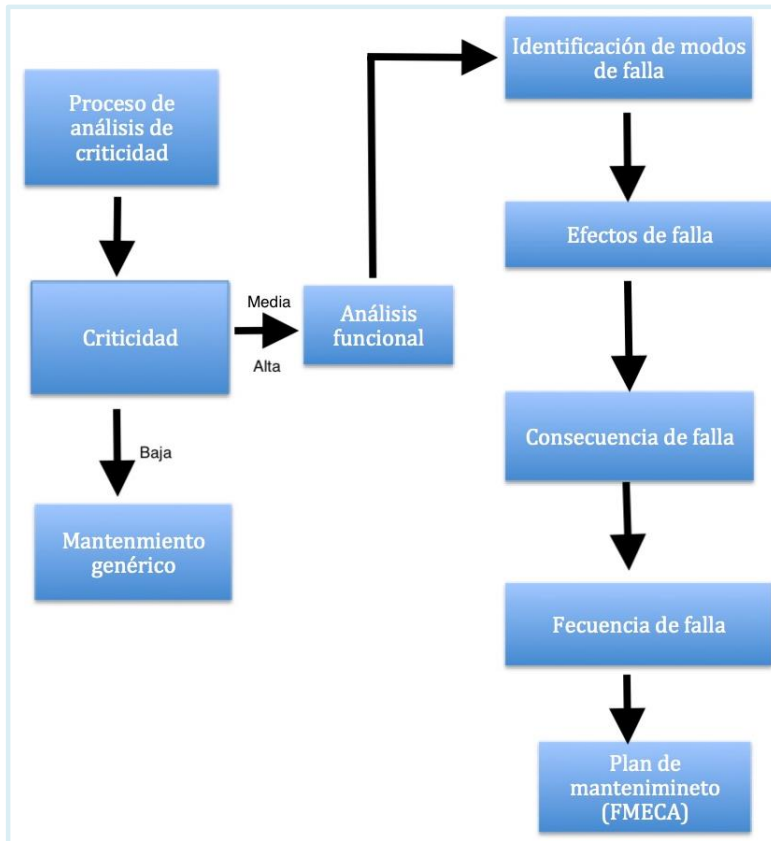


Figura 2-2: "Diagrama de construcción FMECA", Proceso de Gestión del Mantenimiento aplicando FMECA.

### 2.3.1. Clasificación de fallas

El número de prioridad de riesgos (RPN) es el producto matemático de la severidad de la falla, su ocurrencia y la detección.

$$RPN = S * O * D$$

Figura 2-3: Fórmula RPN, según NORMA SAE 1739.

Dónde:

- S: Severidad
- O: Ocurrencia
- D: Detección

### SEVERIDAD

La severidad es cuán grave puede ser la falla y en que podría afectar a los trabajadores o ambiente.

Tabla 2-3: "Severidad de la falla", Elaboración propia en base a NORMA SAE 1739.

EFECTO	CRITERIO: SEVERIDAD DEL EFECTO	RANKING
Peligros sin advertencia	Pone en peligro la seguridad del operador. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones. La falla no se advierte al ocurrir.	10
Peligros con advertencia	Pone en peligro la seguridad del operativo. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones. La falla se advierte al ocurrir.	9
Muy alto	Perturbación grave a la línea productiva. Las pérdidas pueden alcanzar al 100% del producto. Equipo inoperable, pérdida de la función primaria. Cliente muy insatisfecho.	8

Alto	Perturbación menor en la línea productiva. La producción puede tener que ser ordenada y una parte desechada (menor al 100%). Equipo operable, pero con un nivel de calidad reducido. Cliente insatisfecho	7
Moderado	Perturbación menor en la línea productiva. Una porción (menor al 100%) puede tener que ser desechada (no ordenada). Equipo operable, pero con algunos ítems de confort inoperables. El cliente experimenta insatisfacción	6
Bajo	Perturbación menor en la línea productiva. 100% del producto tiene que ser adaptado. Equipo operable, pero con algunos ítems de confort con un nivel de calidad reducido. El cliente experimenta algo de insatisfacción.	5
Muy bajo	Perturbación menor en la línea productiva. El producto puede ser ordenado y una porción (menor al 100%) adaptado. Ajustes y terminaciones y sonido en el ítem no están en conformidad. Defecto notado por la mayoría de los clientes.	4
Menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y chirridos que no están en conformidad. Defecto notado por el promedio de los clientes.	3
Muy menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y pequeñas vibraciones en el ítem que no están en conformidad. Defecto notado por la minoría de los clientes.	2
Ninguno	Sin efectos.	1

## **OCURRENCIA**

La ocurrencia muestra la frecuencia en que las fallas ocurren en un periodo de tiempo, en el cual se incluyen las fallas totales o inevitables norma SAE J1739.

Tabla 2-4: “ocurrencia de falla”, Elaboración propia en base a NORMA SAE 1739.

<b>PROBABILIDAD DE FALLA</b>	<b>POSIBLE TASA DE FALLA</b>	<b>RANKIN G</b>
Muy alta: La falla es casi inevitable	1 en 2	10
	1 en 3	9
Alta: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos, que presentan fallas con frecuencia.	1 en 8	8
	1 en 15	7
Moderada: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos que experimentan fallas ocasionales, pero no en mayores proporciones.	1 en 40	6
	1 en 100	5
	1 en 500	4
Bajas: Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 1.000	3
Muy baja: Solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos.	1 en 10.000	2
Remota: La falla es poco probable. No se repiten las fallas de procesos casi idénticos.	1 en 50.000	1

**DETECCIÓN**

La detección es un criterio basado en la capacidad que tiene el personal para detectar la posible falla.

Tabla 2-5: “Detección de falla”, Elaboración propia en base a NORMA SAE 1739.

<b>DETECCIÓN</b>	<b>PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE UN MODO DE FALLA</b>	<b>RANKING</b>
Casi imposible	No existen controles disponibles para detectar el modo de falla.	10
Muy remota	Muy remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	9
Remota	Remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	8
Muy baja	Muy baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	7
Baja	Baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	6
Moderada	Moderada probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	5
Moderadamente alta	Moderadamente alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	4
Alta	Alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	3

Muy alta	Muy alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	2
Casi cierta	Los actuales controles son casi certeros para detectar el modo de falla. Detección confiable.	1

### **ANÁLISIS DE FALLA.**

Por medio del análisis de fallas se puede detectar en forma preventiva, predictiva o anticipada cualquier anomalía que pudiera ocurrir en la funcionalidad del equipo.

Este análisis permite identificar las fallas potenciales o de diseño, de funcionamiento y de proceso antes de que éstas ocurran, con la intención de eliminarlas o controlarlas para erradicar o minimizar los riesgos asociados a ellas.

El análisis de la falla parte de la base de la presencia o detección repentina de una situación fuera del estándar, que manifiesta la falta de funcionalidad total o parcial de una máquina. Para realizar el análisis se identificarán fallas funcionales, modos de falla, modos de falla potencial y soluciones.

### **FALLA FUNCIONAL**

Una falla funcional es la pérdida de la función del equipo, tanto si es total o parcialmente, es la inhabilidad de este para cumplir su propósito a un estándar satisfactorio en el contexto operativo en el que se encuentra.

### **MODO DE FALLA**

El modo de falla es lo que causa la ocurrencia de la falla. Es aquello que se intenta prevenir y en el caso de que no se pueda, es lo que tenemos que físicamente arreglar. Cada falla funcional puede tener varios modos de falla.

### **MODO DE FALLA POTENCIAL**

El modo de falla potencial son los síntomas previos que señalan que el modo de falla está ocurriendo o sucederá pronto, son indicadores que señalan que ocurrirá o está ocurriendo una falla funcional.

#### 2.4. Identificación de falla mediante análisis “FMECA”

Tabla 2-6. “Falla funcional de Chancador VSI”, Elaboración propia

<b>CHANCADOR VSI METSO Barmac® B7150SE™</b>			
<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLA</b>	<b>EFFECTOS DE FALLA</b>	
Falla total el equipo no se encuentra en condiciones para operar	Mala conexión eléctrica de los bornes	Motor no enciende.	
	Bobinados quemados.		
	Estator no genera campo magnético.		
	Falla parcial el equipo enciende, pero no reduce el material a la granulometría requerida.	Corte de correas.	Rotor sin movimiento.
		Desgaste excesivo en la polea.	
		Rodamiento agripado en el eje.	
Falla parcial el equipo enciende, pero no reduce el material a la granulometría requerida.	Correas tensión inadecuada.	Variación en la velocidad del rotor.	
	Desgaste en poleas.		
	Falta de lubricación en los rodamientos.		

	Desgaste en el plato esparcidor.	Variación en el flujo de cascada.
	Falla en el control de cascada.	
	Desgaste en el rotor.	Disminución del rotor y pérdidas de piezas.
	Entra material sobremedido al chancador.	Cambio en la granulometría de alimentación.
	Desgaste en el tubo de alimentación	
	Desgaste en el anillo de alimentación	

## 2.5. Análisis funcional mediante la clasificación de fallas

Tabla 2-7: “Análisis funcional Chancador VSI”, Elaboración propia en base a análisis funcional

ANÁLISIS FUNCIONAL CHANCADOR VSI METSO Barmac® B7150SE™						
Efecto de falla	Consecuencias	Acción correctiva	Criticidad			
			s	o	d	RPN
Motor no enciende	No se inicia el proceso de chancado	-Cambio del motor -Contratar servicio de reparación para el motor malo.	9	4	1	36
Rotor sin movimiento	No se inicia el proceso de chancado	-Cambio de correas. -Tensión de correas. -Cambio de poleas. -Engrase de rodamiento del motor.	8	5	5	200
Variación en la velocidad del rotor	Granulometría inadecuada del material chancado	-Tensión de correas. -Cambios de correas. -Cambios de polea. -Engrase de rodamiento del motor.	5	5	1	25

Variación en el flujo de cascada	Granulometría inadecuada del material chancado	- Cambio del plato esparcidor. -Posición adecuada control de cascada.	5	2	5	50
Disminución del rotor y perdidas de piezas	Granulometría inadecuada del material chancado y disminución de la vida útil	-Engrase de cojinete. -Cambio de piezas de desgaste. -Cambio placas de retención.	8	2	5	80
Cambio en la granulometría de alimentación	Granulometría inadecuada del material chancado	-Posicionar correctamente el tubo de alimentación. -Cambiar tubo de alimentación. - Cambiar anillo de alimentación.	5	8	3	120

## **2.6.EQUIPO CRÍTICO**

El equipo crítico según lo presentado es el chancador VSI METSO Barmac® B7150SE™ y su falla que posee una prioridad de riesgo mayor es que el rotor no posea movimiento, por lo cual se centrarán la mayoría de los recursos y tareas de mantenimiento en él con el fin de lograr los objetivos planteados, es de vital importancia mantener funcionando en óptimas condiciones esta máquina porque interviene en la calidad del producto.

## **Capítulo 3: Plan de mantenimiento**

### **3.1 Mantenimiento industrial**

El mantenimiento industrial se puede definir como la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, incluyendo supervisoras, enfocadas a conservar algún elemento, o bien restaurarlo a un estado en el cual él pueda realizar una función requerida.

### **3.2. Tipos de mantenimientos**

Existen diversos tipos de mantenimiento los que varían según las tareas que se le realizarán al activo, entre los más usados por la industria encontramos el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y el proactivo

#### **3.2.1. Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento no es programado, se realiza una vez ocurrida la falla en el mecanismo, por lo que presenta la ventaja de que el componente se aprovecha al máximo de su vida. Por lo tanto, la frecuencia de este mantenimiento es variable, puesto que no todos los mecanismos fallaran en el mismo periodo.

Para ciertos equipos puede resultar ser un tipo de mantenimiento de alto costo, ejemplo en equipos críticos, los que la detención por la falla puede traducirse en altos costos por pérdida de trabajo, en cambio para otros equipos puede ser el más conveniente desde el punto de vista de costos.

Una vez producida la falla puede resultar más conveniente reparar el componente del equipo o en otros casos será mejor reemplazarlo. Este tipo de mantenimiento es aplicable a componentes de máquinas que al fallar no interrumpen el proceso productivo.

### **3.2.2. Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento es planificada y programada, técnicamente es cambiar los componentes antes de que fallen de forma imprevista, generalmente se cambian durante una detención programada del activo.

Su objetivo es mantener el equipo en óptimas condiciones de operación. Se ejecuta bajo recomendaciones del fabricante, fallas presentadas anteriormente y condiciones de trabajo dadas. La aplicación de este mantenimiento requiere un análisis de costo, de modo que el costo por pérdida de vida útil del componente y de reemplazo debe ser menor al costo que signifique una falla por detención imprevista, costo de materia prima, entre otros.

Con el fin de maximizar la vida útil del componente, se debe llevar registros estadísticos del tiempo de trabajo, con el fin de determinar el momento adecuado para realizar el cambio.

### **3.2.3. Mantenimiento Predictivo**

El objetivo de este tipo de mantención es determinar a base de indicios o síntomas, el momento más próximo a la falla de un componente, para lograrlo, se analiza el comportamiento de determinadas variables que manifiestan el estado del funcionamiento del equipo: temperatura, presión, vibraciones, ruidos, rendimiento, flujo, etc.

Para realizar estas mediciones el equipo debe estar dotado de instrumentos que permitan definir el estado de éstas. Requiere de un trabajo de recopilación registro y análisis de la información, con el fin de obtener bases estadísticas confiables que permitan realizar el análisis sintomático.

Se aplica a los mecanismos o componentes del equipo cuyo costo de mantención por falla imprevista resulte ser muy elevado por lo tanto justifique la inversión de este tipo de mantenimiento. La idea es obtener el máximo de vida útil del mecanismo, gracias al constante monitoreo de las variables de manera remota.

#### **3.2.4. Mantenimiento Proactivo**

La mantención proactiva se basa en el mantenimiento predictivo, el valor agregado de este tipo de mantenimiento es que añade el análisis de falla, el que permite establecer cuál fue la causa que originó el comportamiento anormal causante de la falla.

Al conocer el origen del comportamiento es posible solucionarlo, evitando la ocurrencia de futuras fallas producidas por este, maximizando la vida útil.

Algunas de las técnicas utilizadas son Análisis Causa Raíz (RCA); Análisis de modos, efectos y criticidad de falla (FMECA); mantenimiento basado en confiabilidad (RCM); análisis de modos y efectos de falla (FMEA); entre otros.

#### **3.3. Plan de mantenimiento**

Un plan de mantenimiento es un elemento en un modelo de gestión de activos que define la serie de tareas de mantenimiento de manera planeada y programada que se deben realizar a los activos de una planta o empresa, y busca como objetivo mejorar la efectividad de los activos y definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

#### **3.4. Formas de elaborar un plan de mantenimiento**

Para elaborar un plan de mantenimiento se pueden utilizar 3 técnicas:

- Recopilando la información de los VENDORS o fabricantes asociados a las mantenciones.
- Realizando un plan basado en protocolos de mantenimiento disponibles según el mecanismo que lo requiera, estos parten de la idea de que a cada tipo de mecanismos se le realizan una serie de tareas independiente del fabricante y la carga a la que se someta.

Realizando un plan basado en análisis de fallos que pretenden evitarse. Este método está basado en los problemas, las causas del problema y las soluciones a dicha falla; sirve para erradicar o controlar fallas reales o potenciales en los elementos o equipos. En este caso la elaboración del plan está con base al análisis de modos de falla y efecto y criticidad

### 3.5. Plan de tareas Chancador VSI



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA  
MARÍA

Fecha (A-M-D):

#### Catálogo de Plan de Tareas

Plan de Tareas: Mantenimiento chancador VSI

#### TAREA: AFINACIÓN ACUMULACIÓN DEL ROTOR

Tipo de Tarea: AJUSTES MENORES

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cada 9000 Tonelada (T)	
Evento	POR FALLA	

SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
COMPONENTE	Centrar el desgaste en las placas con inserto	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
COMPONENTE	Dejar espacio libre entre la placa de desgaste y el plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
COMPONENTE	Dejar una acumulación pequeña ideal sobre el plato esparcidor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Dejar espacio entre el acumulador y el tubo de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló

Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Espatula	1	Inventario

#### TAREA: AJUSTAR TENSIÓN DE CORREAS

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:30:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Distancia de desviación en mm (mm) Mayor o igual a 27	

SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Aflojar ligeramente las monturas superiores e inferiores del rotor	TEXT
	Apriete o afloje la tensión ajustando las tuercas de ajuste de tensión de correa	Una lectura del medidor (Tensión de correa Kg)
	Ajustar la correa a una tensión inicial de 16 kg	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Mantener una tensión de funcionamiento entre 14-15 Kg	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló

Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Tensiómetro	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario

**TAREA: ALIMENTACIÓN INICIAL DE LA TRITURADORA**

Tipo de Tarea: APOYO

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:10:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Evento	POR USO	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Hacer funcionar con carga mínima	TEXT
	Alimentar con fragmentos pequeños o mínimos de 5 mm durante 1,5 min	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Alimentar el rotor hasta que la vibración de des-compensación desaparezca	Una lectura del medidor (vibraciones 1515)

**TAREA: CAMBIAR TUBO DE ALIMENTACIÓN**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:30:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 3	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Retirar el techo y la tolva	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Quitar la acumulación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retirar la armadura del tubo de alimentación utilizando el asa del resorte	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar el asa de resorte y placa de fijación de la armadura del tubo de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Levantar y sacar el tubo de alimentación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Cambiar tubo de alimentación justo antes de que el labio inferior quede expuesto encima del anillo de alimentación	TEXT
	Descender el nuevo tubo de alimentación en la placa de ubicación del tubo de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Colocar la placa de fijación del tubo de alimentación en su sitio	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Colocar el asa de resorte en su sitio	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Verificar que no existan piedras en el soporte de la armadura	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Instalar la armadura del tubo de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
TECLE CON CABLE	1	Inventario
Tubo de alimentación	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO ANILLO DE ALIMENTACION**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:10:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 5	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Retirar el techo y la tolva	TEXT
	Golpear con un martillo la parte superior del rotor (no el anillo de alimentación).	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Girar el anillo en sentido anti-horario	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Levante y saque el anillo de alimentación desgastado	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Cambiar el anillo desgastado	TEXT
	Limpiar las superficies de contacto y verificar que no existan rebarbas	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Colocar el anillo de alimentación nuevo de manera que las lengüetas de sujeción y las ranuras estén alineadas	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Descienda el anillo y gírelo en sentido horario	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Anillo de alimentación	1	Inventario
MACETA DE GOMA	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE ANILLO DE CAVITACIÓN**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 5	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Abrir la cámara de trituración	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Cambiar anillo de cavitación desgastado por uno nuevo	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Anillo de cavitación	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE BORDE DE CONTENCIÓN**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 12	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Abri cámara de trituración	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Cambiar borde de contención desgastado por uno nuevo	TEXT
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Borde de contención	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE CORREAS**

Tipo de Tarea: CORRECTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (T) Mayor o igual a 373500	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Aflojar ligeramente las monturas superiores e inferiores del motor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Afloje la tensión ajustando las tuercas de ajuste de tensión de la correa	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Cambiar la correa dañada por una nueva	TEXT
	Ajustar la tensión de correa a una tensión inicial de 16 kg	TEXT
	Tras 30 min de funcionamiento, reajustar la tensión de la correa a 16 kg	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Tras 4 hrs, reajustar la tensión de correa a una tensión inicial de 16 kg	TEXT
	En los siguientes 5 días revisar la correa una vez al día	TEXT
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Correa Carlisle SPCX4500	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE JUNTAS DEL ALOJAMIENTO DEL COJINETE**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:45:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Fecha (A-M-D)	Cada 1 Año(s)	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Retirar rotor	TEXT
	Retirar la llave superior y deslizar el plato de cierre superior retirándolo del eje	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retirar la junta tórica de dentro del plato del cierre superior	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar las juntas en v del anillo de retención del cojinete	TEXT
	Reemplazar las juntas	TEXT
	Llenar el laberinto de grasa	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Colocar el plato de cierre superior y la llave	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Instalar el rotor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
TECLE CON CABLE.	1	Inventario
Junta Tórica	1	Inventario
Junta en V { v2 }	1	Inventario
Junta en V { v1 }	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE PIEZAS DE DESGASTE DEL ROTOR**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:20:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 3	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Abrir e ingresar por la puerta de inspección	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Quitar los pernos cónicos	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Eliminar la acumulación de la placa con inserto y la placa de reserva	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Reemplazar o girar la pieza de desgaste en mal estado	TEXT
	Limpieza de todas las piezas de desgaste que se instalarán	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Instalar placa de reserva y placa de desgaste en el paso del rotor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Insertar pernos cónicos con las arandelas de cobres	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Asegurar que no exista movimiento en las piezas cambiadas	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Ajustar piezas de desgaste	TEXT
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Placa de desgaste inserto/cavidad	6	Inventario
Placa con inserto	6	Inventario
Back Up Tip	6	Inventario
Set de pernos	6	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE PIEZAS FUNDIDAS DE DESGASTE DEL REFUERZO**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:10:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Lectura		Cuando Tonelada (T) Mayor o igual a 9000	
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
	Abrir la trituradora	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Cambiar las piezas de desgaste en el refuerzo del alojamiento del cojinete	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
Pieza fundida de desgaste del refuerzo		2	Inventario
Set de dados		1	Inventario
Set de llaves puntacorona		1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE PLACAS DE RETENCIÓN**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Evento		POR FALLA	
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
	Quitar la tolva, la tapa de la chancadora y el montaje de la cascada	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Quitar los pernos sujetadores de la placa de retención, para sacar la acumulación utilizar martillo y punzón	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Cambiar placas por desgaste excesivo o por ajuste de la acumulación del rotor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Limpiar la acumulación que quede	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Colocar la placa de retención nueva en su posición	TEXT	
	Insertar los pernos desde dentro del rotor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Ajustar los pernos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
TECLE CON CABLE		1	Inventario
Placas de retención		6	Inventario
Set de pernos		6	Inventario
Set de dados		1	Inventario
Set de llaves puntacorona		1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE PLACAS SUPERIOR E INFERIOR**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 02:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 02:00:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 5	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Abrir la puerta de inspección o Sacar el rotor	TEXT
	Limpiar toda la acumulación si no se extrae el rotor	TEXT
	Retirar placas de desgaste y placas con inserto	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
ELEMENTO	Retirar anillo de alimentación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Golpear suavemente la placa de desgaste superior hacia el centro del rotor	TEXT
	Saque la placa a través del agujero de alimentación	TEXT
	Limpiar a fondo la acumulación restante	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retirar plato distribuidor	TEXT
	Golpear suavemente la placa de desgaste inferior hacia el centro del rotor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Sacar la placa por el agujero de alimentación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	verificar qué las superficies de contacto estén limpias y sin protuberancias	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Insertar las placas de desgaste a través de la abertura de la abertura de alimentación y encajela suavemente en su sitio	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Verificar que as placas de desgaste nuevas estén acufadas debajo de las abrazaderas	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Cambiar anillo de alimentación	TEXT
	Ajustar posición	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Anillo de alimentación	1	Inventario
Placa de desgaste superior	3	Inventario
Placa de desgaste inferior	3	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE PLATO DE DESGASTE DEL TECHO**

Tipo de Tarea: CORRECTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 02:40:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 02:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Evento	POR FALLA	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Levantar el techo y la tolva	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Apoyar el techo en los bordes exteriores y retirar los pernos que sostienen el plato de desgaste	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retirar el plato de desgaste	TEXT
	Cambiar el plato de desgaste viejo por uno nuevo	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Colocar el plato de desgaste alineando los agujeros de los pernos del plato con los del techo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Empernar el plato de desgaste al techo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Plato de desgaste del techo	1	Inventario
TECLE CON CABLE.	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE PLATO DISTRIBUIDOR**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:30:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando mm (m) Menor o igual a 5	
Evento	POR FALLA	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Retirar el techo y la tolva levantándolos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar el anillo de alimentación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar las piedras y el trapo protector del agujero del perno del plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retire el perno del plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Levante y saque el plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Cambiar el plato desgastado	Una lectura del medidor (mm m)
	Verificar que la superficie del plato superior esté libre de obstrucciones antes de instalar el plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Insertar el plato distribuidor en el centro del rotor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Insertar el perno del plato distribuidor y apriételo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Inserte un pedazo de trapo dentro del agujero del perno del plato distribuidor y apriételo firmemente en la cabeza del perno	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
TECLE CON CABLE	1	Inventario
Plato distribuidor	1	Inventario
Perno plato distribuidor	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DE POLEAS**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?	
Activada por	Descripción
Lectura	Cuando Espesor en milimetro (mm) Menor o igual a 5

SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Asegurar motor eléctrico con tecla	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Afije las monturas superiores e inferiores del motor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA
	Afijar la tensión ajustando las tuercas de ajuste de tensión de correa	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA
	Retirar la correa de transmisión	TEXT
	Retirar el motor eléctrico	TEXT
	Retirar la polea motriz del eje del motor	TEXT
	Retirar la polea conducida del Chancador VSI con el alzador de polea barmac VSI	TEXT
	Montar la polea motriz nueva en el motor eléctrico	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Montar la polea conducida nueva en el chancador	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Montar el motor eléctrico en su superficie de apoyo	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Montar la correa de transmisión	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Alinear poleas	TEXT
	apretar la tensión ajustando las tuercas de ajuste de tensión de correa	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Ajustar la tensión de correa a una tensión inicial de 16kg	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA

Recursos a Utilizar			
Descripción	Cantidad	Tipo	
TECLE CON CABLE.	1	Inventario	
Polea motor	1	Inventario	
Polea chancador	1	Inventario	
Laser Tools 7644 alineador de poleas	1	Inventario	
PORTAPOWER	1	Inventario	
Alzador de polea	1	Inventario	
Correa Carlisle SPCX4500	1	Inventario	
Set de dados	1	Inventario	
Set de llaves punta-corona	1	Inventario	

**TAREA: CAMBIO DE ROTOR**

Tipo de Tarea: OVERHAUL

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Faro por Mantenimiento: 05:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 05:10:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Evento	POR FALLA	
Fecha (A-M-D)	Cada 1 Año(s)	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Quitar la tova y el techo de la trinadora	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retirar el kit de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Retirar las cuñas del soporte del kit de alimentación y pivotarlo para quitarlo del medio	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Quitar el material del centro del plato	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Quitar el paño de alrededor del perno del plato distribuidor y quitar el perno del plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Sacar el plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Quitar los platos del perno superior	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Quitar el plato superior	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Levantar y sacar el rotor sirviéndose de la placa elevadora del rotor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Cambiar el rotor 840 DTR (profundo) dañado	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Limpiar el eje, la llave, el seguro cónico y el saliente del rotor a fondo	TEXT
	Cubra las superficies del eje, la llave, el seguro cónico y el saliente del rotor con un lubricante ligero	TEXT
	Limpiar con un paño el eje, la llave, el seguro cónico y el saliente del rotor	TEXT
	Colocar el seguro cónico	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Revisar el ajuste entre el rotor y el seguro cónico azulando la superficie interior del saliente del rotor y desciéndolo sobre el seguro cónico del eje.	TEXT
	Instalar el nuevo rotor 840 DTR (profundo), encajando el plato alzador del rotor en el saliente del rotor y luego descenderlo sobre el seguro cónico	TEXT
	Alinear 2 agujeros libres en el plato alzador con cualquier agujero en el seguro cónico	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Quite los pernos del plato alzador para que el rotor se deslice sobre el seguro cónico por su propio peso	TEXT
	Quitar el plato alzador del rotor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Insertar los pernos en el seguro cónico a través del plato superior	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Apretar los pernos uniformemente a un par torsión de 60Nm	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Revisar si el rotor está bien asentado sobre el seguro cónico.	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Ajustar el plato distribuidor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Rotor vsi	1	Inventario
TECLE CON CABLE.	1	Inventario
Set de dados	1	Inventario
Set de llaves puntacorona	1	Inventario

**TAREA: CAMBIO DEL MOTOR ELÉCTRICO**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 02:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 02:00:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Fecha (A-M-D)	Cada 1 Año(s)		
Evento	POR FALLA		
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
	Asegurar el motor con un tecla	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Soltar los pernos de fijación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Soltar la tensión de la correa	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Desacoplar la polea del motor	TEXT	
	Cambiar el motor en mal estado por uno nuevo	TEXT	
	Ajustar los pernos del nuevo motor y acoplar la polea	TEXT	
	Mandar a un servicio de reparación motor en mal estado	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
Motor 220 KW		1	Inventario
TECLE CON CABLE		1	Inventario
SERVICIO DE OVERHAUL		1	Servicios
Set de dados		1	Inventario
Set de llaves puntacorona		1	Inventario

**TAREA: ENGRASE EL ALOJAMIENTO DEL COJINETE**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Muy Alta

Clasificación 1: Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:10:00  
 Clasificación 2: Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Evento	CAMBIO DE TURNO		
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
COMPONENTE	Engrase 45g cojinete inferior	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Engrase 45g cojinete superior	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Engrase 45g Junta	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
Grasa Mobil Mobilith SHC220		135	Inventario

**TAREA: ENGRASE RODAMIENTO MOTOR**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:10:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Mayor o igual a 4000		
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
	Limpeza boca engrasadora	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Engrasar rodamientos con 50g	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Limpeza boca engrasadora	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
Termalene Electric Motor Bearing Grease		45	Inventario

**TAREA: INSPECCIÓN ACUMULACIÓN CÁMARA TRITURADORA**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:20:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Evento	CAMBIO DE TURNO	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Abrir el techo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Verificar que la cámara tenga un revestimiento completo de roca que cubra todos los elementos de la estructura excepto las caras de los refuerzos radiales	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Verificar que la acumulación no sea excesiva, es decir, no debe bloquear el flujo de materiales o invadir piezas móviles	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
TECLE CON CABLE.	1	Inventario

**TAREA: INSPECCIÓN BASE DE LA TRITURADORA**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:20:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 9000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Abrir techo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Verificar acumulación en parámetro ideal	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
TECLE CON CABLE.	1	Inventario

**TAREA: INSPECCIÓN CONDUCTO EVACUACIÓN DE GRASAS**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:40:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 9000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Limpia acumulación de grasa	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A

**TAREA: INSPECCIÓN CONDUCTOS DE EVACUACIÓN**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:20:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 9000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
ELEMENTO	Limpia conducto si no se encuentra despejado	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A

**TAREA: INSPECCIÓN DE CORREAS**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:30:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Mayor o igual a 2000	
Lectura	Cada 62 Tonelada (T)	
Lectura	Cada 8 Tonelada (Ton)	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Ajustar a valores de ajuste inicial	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A

**TAREA: INSPECCIÓN ESTADO ENCLAVAMIENTO DE SEGURIDAD**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:40:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 9000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Verificar el estado del enclavamiento de seguridad	TEXT

**TAREA: INSPECCIÓN ESTADO PROTECTORES DE CORREAS**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:20:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 9000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Verificar estado de los protectores de la correa	TEXT

**TAREA: INSPECCIÓN MOTOR**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:50:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:40:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 12000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Revisar cantidad de pernos	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Revisar ruido en cojinetes	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Revisar holgura en el eje	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Daños u obstrucciones en la cubierta del ventilador	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Inspección eléctrica	Número
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
AMPERIMETRO DE TENAZA.	1	Inventario
Multitester Digital FUXIN-G HS-A3913 { TSDACDC-1 }	1	Inventario

**TAREA: INSPECCIÓN PUERTAS Y TRAMPAS DE INSPECCIÓN**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:40:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:30:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (Ton) Igual a 9000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Verificar que estén aseguradas todas las trabas, protectores, trampas y puertas de inspección	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Cambiar cojinetes de nylon si una puerta de inspección está floja en las bisagras.	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Cojinets de Nylon	4	Inventario

**TAREA: INSPECCIÓN VISUAL**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Muy Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:55:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:45:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Evento	CAMBIO DE TURNO	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
ESTRUCTURA	Limpieza con manguera de agua.	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Inspección exterior de la trituradora	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
COMPONENTE	Inspección interior de la trituradora	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
COMPONENTE	Inspección rotor trituradora	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló

**TAREA: MANTENIMIENTO CILINDRO DE LA TOLVA**

Tipo de Tarea: PREVENTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 03:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 03:10:00

¿Hacer cuando?		
Activada por	Descripción	
Lectura	Cuando Tonelada (T) Mayor o igual a 18000	
SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Retirar el kit de cubierta del ariete	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar los clips en R del pasador de chaveta en ambos extremos del ariete hidráulico	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar los pasadores de chaveta	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Retirar el ariete	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Realizar mantenimiento en un ambiente limpio y sin polvo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Limpia a fondo el exterior del cilindro antes de desmontarlo	TEXT
	Quitar la tuerca hueca	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Desprender el montaje de vástago y pistón del cilindro	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Desenroscar el pistón y desprenda la tuerca hueca del vástago	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Cambiar todas las juntas viejas	TEXT
	Limpia todos los componentes del cilindro	TEXT
	Reajustar las juntas internas en la tuerca hueca	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Deslizar la tuerca hueca sobre el vástago	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Montar la junta tórica sobre el extremo del vástago y reajustar el pistón	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Montar la junta del pistón e introducir el pistón en el cilindro	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Montar la junta tórica de la tuerca hueca externa y reajustarla en el cilindro	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Instalarla en su ubicación original	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Junta Tórica	2	Inventario
Junta de pistón	1	Inventario

**TAREA: PROCEDIMIENTOS DE PUESTA EN MARCHA**

Tipo de Tarea: APOYO

Prioridad: Alta

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 04:20:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 04:10:00

¿Hacer cuando?	
Activada por	Descripción
Lectura	Cuando Tonelada (T) Igual a 14
Lectura	Cuando Tonelada (T) Igual a 1.75
Lectura	Cuando Tonelada (T) Igual a 0.6

SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	(primera alarma) Alinear el plato distribuidor debajo del conducto de evacuación del transportador	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	(primera alarma) Verificar que la alimentación caiga directo al plato de control	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	(primera alarma) Ajustar protectores del paso de cascada si es necesario	TEXT
	(primera alarma) Verificar toma de corriente	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	(segunda alarma) Detener la máquina y verificar la acumulación del rotor	TEXT
	(segunda alarma) Revisar la acumulación de la cámara de trituración	TEXT
	(segunda alarma) verificar la posición entrada del tubo de alimentación en el agujero de alimentación del rotor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	(segunda alarma) Comprobar el montaje de las placas con inserto	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	(segunda alarma) Comprobar la posición del anillo de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	(segunda alarma) Comprobar la tensión de las correas	Una lectura del medidor (Distancia de desviación en mm mm)
	(tercera alarma) Comprobar la acumulación del rotor, la trituradora y la base	TEXT
	(tercera alarma) Comprobar T° de los cojinetes	Una lectura del medidor (Temperatura °C.)
	(tercera alarma) Comprobar tensión de la correa	Una lectura del medidor (Distancia de desviación en mm mm)
	(tercera alarma) Engrase	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Realizar reajuste de la cascada cuando se normalice el funcionamiento de la máquina	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A

Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
Tensiometro	1	Inventario
Laser Tools 7644 alineador de poleas	1	Inventario
Grasa Mobil Mobilith SHC220	1	Inventario
Termómetro magnético	1	Inventario

**TAREA: PUESTA EN MARCHA INICIAL**

Tipo de Tarea: APOYO

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 01:00:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 01:00:00

¿Hacer cuando?	
Activada por	Descripción
Evento	POR USO

SubTareas		
Grupo	Procedimiento	Resultado
	Verificar que el amperímetro funcione con precisión	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Hacer funcionar la trituradora sin carga por 30 min	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Engrasar la trituradora mientras funciona	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Tras pasar los 30 min detener la trituradora	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A
	Quitar los protectores de correa y verificar la temperatura del alojamiento del cojinete	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Revisar la posición de las piezas del rotor y la centralización del tubo de alimentación en el anillo de alimentación	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló
	Verificar el sistema de control de vibración	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló

Recursos a Utilizar		
Descripción	Cantidad	Tipo
AMPERÍMETRO DE TENAZA	1	Inventario

**TAREA: RECONSTRUCCIÓN DEL ROTOR**

Tipo de Tarea: CORRECTIVA

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 03:10:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 03:00:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Lectura		Cuando Tonelada (T) Mayor o igual a 18000	
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
ELEMENTO	Quitar rotor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
COMPONENTE	Limpiar piezas de desgaste y acumulación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Transportar hacia base pallet	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Utilizar alambre AS2576-2360-B7 o equivalente	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Reconstruir con acero suave (bajo en hidrogeno) a una profundidad de 1 mm, recocer con soldadura desde el borde exterior del rotor a la cara exterior del bloque de la placa de reserva. (25mmx25mm)	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Cambiar plato superior si es necesario	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Recocer a ras el borde superior con acero suave 5mm recocer borde inferior a 21 mm con 1 capa a una profundidad de 2,5mm	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Recocer a ras el borde inferior con acero suave 5mm recocer borde inferior a 21 mm con 1 capa a una profundidad de 2,5mm	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
PLUMÓN PERMANENTE		1	Inventario
Alambre soldadura		1	Inventario
Equipo soldadura MIG		1	Inventario

**TAREA: REVISIONES ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA**

Tipo de Tarea: APOYO

Prioridad: Media

Clasificación 1:

Tiempo de Paro por Mantenimiento: 00:30:00

Clasificación 2:

Duración Estimada: 00:30:00

¿Hacer cuando?			
Activada por		Descripción	
Evento		POR FALLA	
SubTareas			
Grupo	Procedimiento	Resultado	
	Verificar estado de conexiones eléctricas	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Verificar el funcionamiento del sistema de control de vibración	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Comprobar alineamiento de la polea y la tensión de la correa trapezoidal	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Comprobar rotación del rotor (debe girar anti-horario mirado desde arriba)	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Verificar funcionamiento del enclavamiento de seguridad	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Verificar que todos los pernos del rotor, estructura y soporte principal están apretados al par de torsión correcto	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Asegurarse que esté centralizada la armadura del tubo de alimentación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Verificar que estén correctamente instaladas las piezas de desgaste del rotor	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
	Retirar herramientas que estén encima o dentro de la trituradora	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Verificar que todos los protectores, las puertas, trampas y pasadores de seguridad están en su posición correcta	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A	
	Verificar que las mangueras de grasa estén llenas de grasa antes de conectarlas al alojamiento del cojinete	<input type="checkbox"/> Aprobó <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Falló	
Recursos a Utilizar			
Descripción		Cantidad	Tipo
Laser Tools 7644 alineador de poleas		1	Inventario
Tensiómetro		1	Inventario

## **Capítulo 4: Análisis económico**

### **4.1 Repuestos y suministros**

Para conseguir un mantenimiento eficiente y evitar perder tiempo de producción debido a falta de repuestos y suministros necesitamos tener un control sobre éstos, de su cantidad que se deberán usar en cada tarea de mantenimiento asignada y del valor que costará.

Es por esto que se necesita realizar un análisis económico en donde se detallará una lista de recursos y suministros, y se calculará el costo proyectado en 1 año que tendrá el plan de mantenimiento.

En la siguiente tabla se mostrará el nombre de los repuestos y suministros, su valor y la cantidad que se vende.

Tabla 4-1 “Tabla de repuestos y suministros Chancador VSI”, Elaboración propia

Repuestos y suministros Chancador VSI	Precio en CLP	Cantidad vendida
Acero suave Perfil cuadrado 100x100x4mm	CLP 69.190,00	1 tira
Alambre Cigweld cobalarc coarseclad 1,6mm	CLP 30.000,00	1 paquete
Anillo de alimentación rotor 840	CLP 184.000,00	1 unidad
Anillo de cavitación	CLP 160.000,00	1 unidad
Borde de contención	CLP 160.000,00	1 unidad
Cilindro hidráulico	CLP 1.887.760,00	1 unidad
Cojinetes de nylon	CLP 26.200,00	1 unidad
Correa Carlisle spcx4500	CLP 67.500,00	1 unidad
Faldilla de desgaste	CLP 130.000,00	1 unidad
Grasa Mobil Mobilith SHC220	CLP 209.650,00	5 galones
Junta en V (1)	CLP 97.110,00	1 unidad
Junta en V (2)	CLP 9.130,00	1 unidad
Junta tórica	CLP 1.076,00	5 unidades

Kit de pernos plancha de desgaste	CLP 14.850,00	1 unidad
Motor 220kW	CLP 9.705.000,00	1 unidad
Perno plato distribuidor	CLP 19.000,00	1 unidad
Piezas fundidas de desgaste del refuerzo	CLP 120.000,00	2 unidades
Placas de desgaste inferior	CLP 139.700,00	3 unidades
Placas de desgaste superior	CLP 110.500,00	3 unidades
Plato de control	CLP 190.000,00	1 unidad
Plato distribuidor rotor 840	CLP 154.450,00	1 unidad
Plato esparcidor	CLP 150.000,00	1 unidad
Polea del motor	CLP 686.880,00	1 unidad
Polea del rotor	CLP 865.450,00	1 unidad
Protectores del esparcidor	CLP 107.000,00	1 unidad
Rotor 840 DTR	CLP 2.960.000,00	1 unidad
Set de back up tip largos	CLP 302.500,00	1 unidad
Set de placa de desgaste inserto/cavidad	CLP 108.900,00	1 unidad
set de pernos	CLP 14.850,00	1 unidad
Set de placa con inserto	CLP 302.500,00	1 unidad
Placas de retención	CLP 41.250,00	1 unidad
Plato de desgaste del techo	CLP 108.900,00	1 unidad
Tubo de alimentación rotor 840	CLP 115.500,00	1 unidad
Termalene Electric Motor Bearing Grease	CLP 126.697,58	698 inch <sup>3</sup>
Junta tórica de cilindro hidráulico	CLP 10.300,00	1 unidad
Junta de pistón de cilindro hidráulico	CLP 9.750,00	1 unidad

## 4.2. Herramientas

Para realizar cada tarea de mantenimiento se necesitarán herramientas específicas y en buen estado para asegurar la calidad del mantenimiento del equipo, es por eso que, aunque no se deben comprar para cada tarea de mantenimiento, siempre debe existir un control de las herramientas que se utilizarán y en caso de que fallaran o se encuentren dañadas, deberán ser reemplazadas. Entonces se creará una tabla con las herramientas que se utilizarán y su valor en el mercado para asegurar una mejor gestión de activos.

Tabla 4-2 “Tabla de herramientas y sus valores”, Elaboración propia

Herramientas	Valor en CLP
Maceta de goma	CLP 8.750,00
Portapower 10T Ferton	CLP 237.850,00
Teclé con cable 1T 220v	CLP 204.910,00
Multitester Digital FUXIN-G HS-A3913	CLP 55.055,00
Máquina de compensación	CLP 5.411.700,00
Tensiómetro	CLP 33.000,00
Alineador de poleas laser tools 7644	CLP 37209,30
Alzador de poleas	Precio interno de Barmac
Espátula punta redonda	CLP 14.899,00
Set de dados	CLP 64.900,00
Set de llaves punta-corona	CLP 77.300,00
Equipo de soldadura MIG	CLP 2.250.000,00

## 4.3. Costo total del plan de mantenimiento

Para proyectar el costo total del plan de mantenimiento, debemos saber los costos totales de las tareas de mantenimiento en forma individual según el costo de sus repuestos y suministros, y de su frecuencia de mantenimiento más el costo total de las herramientas, para tener un presupuesto que nos pueda cubrir cualquier falla que ocurra en las herramientas y en los repuestos y suministros.

Para esto se seleccionarán las tareas de mantenimiento que directamente ocupen nuevos recursos y suministros, y que de manera teórica, se realizarán con una frecuencia determinada.

Entonces, determinaremos los costos totales como:

$$CTPM = \text{Costo total de las tareas de mantenimiento} + \text{Costo total de herramientas}$$

#### 4.3.1. Costo total de las tareas de mantenimiento

##### ➤ Cambiar tubo de alimentación

Tabla 4-3 "Tabla de cambio del tubo de alimentación", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Tubo de alimentación	1	CLP 115.500,00	Cuando exista 3mm o menos de espesor en la zona más desgastada.(cada 600 hrs aprox.)

Entonces, se plantea qué cada 600 hrs aprox. existirá un costo de 115.000 pesos chilenos por el tubo de alimentación y se usará 1 repuesto, Entonces:

$$1 [\text{unidad}] * 115.000 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 115.000 [\text{CLP}]$$

$$\frac{115.000 [\text{CLP}]}{600 [\text{hrs}]} * \frac{8760 [\text{hrs}]}{1 [\text{año}]} = 1.679.000 \frac{[\text{CLP}]}{[\text{año}]}$$

Por lo tanto, El cambio de tubo de alimentación tendrá un costo de **1.679.000** pesos chilenos por año.

##### ➤ Cambio anillo de cavitación

Tabla 4-4 "Tabla de cambio del anillo de cavitación", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Anillo de cavitación	1	CLP 160.000,00	Cuando exista 5mm o menos de espesor en la zona más desgastada.(cada 600 hrs aprox.)

Entonces, se plantea qué cada 600hrs aprox. existirá un costo de 160.000 pesos chilenos por el anillo de alimentación y se usará 1 repuesto, Entonces:

$$1 [\text{unidad}] * 160.000 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 160.000 \text{ CLP}$$

$$\frac{160.000 [CLP]}{600[hrs]} * \frac{8760 [hrs]}{1 [año]} = 2.336.000 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, el Cambio del anillo de cavitación tendrá un costo de **2.336.000** pesos chilenos por año.

➤ **Cambio anillo de alimentación**

Tabla 4-5"Tabla de cambio de anillo de alimentación", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Anillo de alimentación	1	CLP 184.000,00	Cuando exista 5mm o menos de espesor en la zona más desgastada.(cada 600 hrs aprox.)

Entonces, se plantea qué cada 600 hrs aprox. existirá un costo de 184.000 pesos chilenos por el anillo de alimentación y se usará 1 repuesto, Entonces;

$$1[unidad] * 184.000 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 184.000 [CLP]$$

$$\frac{184.000 [CLP]}{600 [hrs]} * \frac{8760 [hrs]}{1 [año]} = 2.686.400 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, el cambio del anillo de alimentación tendrá un costo de **2.686.400** pesos chilenos por año.

➤ **Cambio de borde de contención**

Tabla 4-5 "Tabla de Cambio de borde de contención", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Borde de contención	1	CLP 160.000,00	Cuando exista 12mm o menos de espesor en la zona más desgastada.(cada 600 hrs aprox.)

Entonces, se plantea qué cada 600 hrs aprox. existirá un costo de 160.000 pesos chilenos por el anillo de alimentación y se usará 1 repuesto, Entonces:

$$1[\text{unidad}] * 160.000 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 160.000 [\text{CLP}]$$

$$\frac{160.000 [\text{CLP}]}{600 [\text{hrs}]} * \frac{8760 [\text{hrs}]}{1 [\text{año}]} = 2.336.000 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, el cambio del borde de contención tendrá un costo de **2.336.000** de pesos chilenos por año.

➤ **Cambio de correas**

Tabla 4-6 " Tabla de cambio de correa", Elaboración propia

Repuestos y suministros		Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Correa Carlisle SPCX4500		1	CLP 67.500,00	Cuando se cumpla un Tonelaje mayor o igual que 373.500 T.

Entonces, Cada 373.500 T existirá un costo de 67.500 pesos chilenos por la Correa de transmisión y se usará 1 repuesto, Entonces:

$$1 [\text{unidad}] * 67.500 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 67.500 [\text{CLP}]$$

$$\frac{67.500[\text{CLP}]}{373.500[\text{T}]} * \frac{70.098[\text{T}]}{1 [\text{año}]} = 12.668,31 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{año}} \right]$$

$$373.500[\text{T}] * \frac{1 [\text{año}]}{70.098[\text{T}]} = 5,32 [\text{año}]$$

Por lo tanto, el cambio de correas tendrá un costo de **12.669** pesos chilenos por año, pero esto es solo una relación, ya que la frecuencia del mantenimiento es un cambio de correas cada 5 años aprox. Es decir, Cada 5 años aprox. existirá un costo de 67.500 pesos chilenos, pero para mejor comprensión de los costos, tomaremos el valor de **67.500** pesos chilenos para abarcar el precio real de la correa, sin olvidar qué se cambiará cada 5 años aprox., siempre y cuando no se completen las 373.500 toneladas

➤ Cambio de juntas del alojamiento

Tabla 4-7 "Tabla de cambio de juntas del alojamiento del cojinete", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Junta tórica	1	CLP 97.110,00	Cuando se cumpla un año.
Junta en V (1)	1	CLP 9.130,00	Cuando se cumpla un año.
Junta en V (2)	1	CLP 1.076,00	Cuando se cumpla un año.

Entonces, cada 1 año existirá un costo de 97.110 pesos chilenos por una junta tórica que usará 1 repuesto, un costo de 9.130 pesos chilenos por una junta en V que usará 1 repuesto y un costo de 1.076 pesos chilenos por 5 juntas en V que usará 1 repuesto, Entonces:

$$1[\text{unidad}] * 97.110 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 97.110[\text{CLP}]$$

$$1[\text{unidad}] * 9.130 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 9.130 [\text{CLP}]$$

$$1[\text{unidad}] * \frac{1.076[\text{CLP}]}{5[\text{unidad}]} = 215,2[\text{CLP}]$$

$$97,110[\text{CLP}] + 9.130[\text{CLP}] + 215[\text{CLP}] = 106.455[\text{CLP}] \Rightarrow 106.455 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, el cambio de juntas del alojamiento de cojinete tendrá un costo de **106.455** pesos chilenos, pero esto es una relación, ya que las juntas en V (2) las venden por 5 unidades, los que nos servirá para ahorrar 5 años en comprar este tipo de juntas por muy poco que sea su valor, pero utilizaremos el valor de **107.315** pesos chilenos por año, para comprender el valor de mercado.

➤ Cambio de piezas de desgaste del rotor

Tabla 4-8 "Tabla de cambio de piezas de desgaste", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Set de placas de desgaste inserto/cavidad	6	CLP 108.900,00	Cuando el espesor sea menor o igual a 3 mm en la parte más desgastada. (Cada 600 hrs aprox.)
Placa con inserto	6	CLP 302.500,00	Cuando el espesor sea menor o igual a 3 mm en la parte más desgastada. (Cada 1800 hrs aprox.)
Set back up tip	6	CLP 302.500,00	Cuando el espesor sea menor o igual a 3 mm en la parte más desgastada. (Cada 1200 hrs aprox.)
Set de pernos	6	CLP 14.850,00	Cada 4 cambio de piezas de desgaste. (3200 hrs aprox.)

Entonces, cada 600 hrs. aprox. existirá un costo de 108.900 pesos chilenos de un set de placas de desgaste inserto/cavidad con una cantidad de 6 repuestos, cada 1800 hrs aprox. un costo de 302.500 pesos chilenos de la placa con inserto con una cantidad de 6 repuestos, cada 1200 hrs aprox. un costo de 302.500 pesos chilenos del Set back up tip con una cantidad de 6 repuestos y cada 3200 hrs aprox. un costo de 14.850 pesos chilenos del Set de pernos con una cantidad de 6 repuestos, Entonces:

$$6[\text{unidad}] * 108.900 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidades}} \right] = 653.000[\text{CLP}]$$

$$6[\text{unidad}] * 302.500 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 1.815.000[\text{CLP}]$$

$$6[\text{unidad}] * 302.500 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 1.815.000[\text{CLP}]$$

$$6[\text{unidad}] * 14.850 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 89.100[\text{CLP}]$$

$$\left(\frac{653.000[CLP]}{600[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]}\right) + \left(\frac{1.815.000[CLP]}{1800[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]}\right) + \left(\frac{1.815.000[CLP]}{1200[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]}\right) + \left(\frac{89.100[CLP]}{3200[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]}\right) = 31.640.691,125 \left[\frac{CLP}{año}\right]$$

Por lo tanto, el cambio de las piezas de desgaste costará un total de **31.640.692** pesos chilenos por año, un precio exagerado, ya que normalmente las piezas de desgaste inserto/cavidad son las que usualmente se cambian, ya sea de posición o reemplazo por piezas nuevas, y las otras piezas como la pieza de retención y el back up tip suelen ser protecciones adicionales sometidas a un desgaste menor, pero por efecto de comprender un tiempo aprox. de desgaste entre ellas, usaremos este valor teórico.

➤ Cambio de piezas fundidas de desgaste del refuerzo

Tabla 4-9 "Tabla del cambio de piezas fundidas de desgaste del refuerzo", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Piezas fundidas de desgaste del refuerzo	1	CLP 120.000,00	Cada 9000 [T]

Entonces, cada 9000 toneladas existirán un costo de 120.000 pesos chilenos de piezas fundidas de desgaste del refuerzo con una cantidad de 1 repuesto, entonces:

$$1 [unidad] * 120.000 \left[\frac{CLP}{unidad}\right] = 120.000[CLP]$$

$$\frac{120.000[CLP]}{9000[T]} * \frac{70.098[T]}{1[año]} = 934.640 \left[\frac{CLP}{año}\right]$$

Por lo tanto, existirá un costo de **934.640** pesos chilenos por año por el cambio de las piezas fundidas de desgaste.

➤ Cambio de las placas de retención

Tabla 4-10 "Tabla de los cambios de las placas de retención", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Placas de retención	6	CLP 41.250,00	Por desgaste excesivo o por ajuste de la acumulación del rotor (1 vez al mes aprox.)

Entonces, cada 1 vez al mes aprox. existirá un costo de 41.250 pesos chilenos de las placas de retención que usará una cantidad de 6 repuestos, entonces:

$$6[\text{unidad}] * 41.250 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 247.500[\text{CLP}]$$

$$\frac{247.500[\text{CLP}]}{1[\text{mes}]} * \frac{12[\text{mes}]}{1[\text{año}]} = 2.970.000 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, el cambio de las placas de retención tendrá un costo de **2.970.000** de pesos chilenos por año.

➤ Cambio de placas superior e inferior

Tabla 4-11 "Tabla de los cambios de la placa superior e inferior", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Placa de desgaste superior	3	CLP 110.500,00	Cuando el espesor sea de 5mm o menos en la zona más desgastada(cada 600hrs aprox.)
Placa de desgaste inferior	3	CLP 139.700,00	Cuando el espesor sea de 5mm o menos en la zona más desgastada(cada 600hrs aprox.)
Anillo de alimentación	1	CLP 184.000,00	Cada vez que se realizan cambios en las placas de desgaste superior y/o inferior)

Entonces, cada 600 hrs aprox. existirá un costo de 110.500 pesos chilenos por las placas de desgaste superior que utilizará 3 repuestos, un costo de 139.700 pesos chilenos por las placas de desgaste inferior que utilizará 3 repuestos y un costo de 184.000 pesos chilenos por el anillo de alimentación que utilizará 1 repuesto, entonces:

$$3[\text{unidad}] * 110.500 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 331.500[\text{CLP}]$$

$$3[\text{unidad}] * 139.700 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 419.100[\text{CLP}]$$

$$1[\text{unidad}] * 184.000 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 184.000[\text{CLP}]$$

$$\left( \frac{331.500[\text{CLP}]}{600[\text{hrs}]} * \frac{8760[\text{hrs}]}{1[\text{año}]} \right) + \left( \frac{419.100[\text{CLP}]}{600[\text{hrs}]} * \frac{8760[\text{hrs}]}{1[\text{año}]} \right) + \left( \frac{184.000[\text{CLP}]}{600[\text{hrs}]} * \frac{8760[\text{hrs}]}{1[\text{año}]} \right) = 13.645.160 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, el cambio de las placas superior e inferior tendrá un costo de **13.645.160** pesos chilenos por año, esto es un valor teórico ya que no es preciso saber cada cuanto las piezas se desgastarán hasta 5 mm o menos, pero para comprender un tiempo promedio de mantenimiento, usaremos estos valores.

➤ Cambio del plato de desgaste del techo

Tabla 4-12 "Tabla de cambio de desgaste del techo", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Plato de desgaste del techo	1	CLP 108.900,00	Cambio por desgaste excesivo. (1 vez cada mes aprox.)

Entonces, cada 1 vez al mes existirá un costo de 108.900 pesos chilenos del plato de desgaste del techo que usará 1 repuesto, entonces:

$$1[\text{unidad}] * 108.900 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 108.900[\text{CLP}]$$

$$\frac{108.900 [CLP]}{1[mes]} * \frac{12[mes]}{1[año]} = 1.306.800 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, el cambio del plato de desgaste del techo tendrá un costo de **1.306.800** pesos chilenos por año, esto es un valor teórico ya que consideré una tasa de falla de 1 falla por mes como mínimo para comprender un caso de desgaste extremo que pudiese ocurrir.

➤ Cambio del plato distribuidor

Tabla 4-13"Tabla de cambio del plato distribuidor", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Plato distribuidor	1	CLP 154.450,00	Cuando el espesor en la zona más desgastada sea menor o igual a 5mm.(600 hrs aprox.)
Perno del plato distribuidor	1	CLP 19.000,00	Cada 5 cambios de plato distribuidor.(3000 hrs aprox.)

Entonces, cada 600hrs aprox. existirá un costo de 154.450 pesos chilenos por el plato distribuidor que usará 1 repuesto y cada 3000 hrs aprox. existirá un costo de 19.000 pesos chilenos por el perno del plato distribuidor que usará 1 repuesto, entonces:

$$1[unidad] * 154.450 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 154.450[CLP]$$

$$1[unidad] * 19.000 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 19.000[CLP]$$

$$\left( \frac{154.450[CLP]}{600[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]} \right) + \left( \frac{19.000[CLP]}{3000[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]} \right) = 2.310.450 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, el cambio del plato distribuidor tendrá un costo de **2.310.450** pesos chilenos por año, esto es un valor teórico ya que no se puede saber con exactitud cada cuanto tiempo existirá un desgaste para realizar un mantenimiento, pero para comprender el costo por año usaremos estos valores.

➤ Cambio de poleas

Tabla 4-14 "Tabla del cambio de poleas", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Polea motor	1	CLP 686.880,00	Cuando el desgaste en el perfil de la polea sea menor o igual a 5mm.(Cada 4000hrs aprox..)
Polea rotor	1	CLP 865.450,00	Cuando el desgaste en el perfil de la polea sea menor o igual a 5mm.(Cada 4000hrs aprox..)

Entonces, Cada 4000 hrs aprox. existe un costo de 686.880 de pesos chilenos por la polea del motor que usará 1 repuesto y un costo de 865.450 de pesos chilenos por la polea del rotor que usará 1 repuesto, entonces:

$$1[\text{unidad}] * 686.880 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 686.880[\text{CLP}]$$

$$1[\text{unidad}] * 865.450 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{unidad}} \right] = 865.450[\text{CLP}]$$

$$\left( \frac{686.880[\text{CLP}]}{4000[\text{hrs}]} * \frac{8760[\text{hrs}]}{1[\text{año}]} \right) + \left( \frac{865.450[\text{CLP}]}{4000[\text{hrs}]} * \frac{8760[\text{hrs}]}{1[\text{año}]} \right) = 3.399.602,7 \left[ \frac{\text{CLP}}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, el cambio de poleas tendrá un costo de **3.399.603** pesos chilenos por año, esto es un valor teórico ya que no se puede saber con exactitud cada cuanto tiempo realmente se desgastará el perfil de la polea, pero para comprender el cambio de poleas promedios usaremos estos valores.

➤ Cambio de rotor 840 DTR

Tabla 4-15 "Tabla del cambio de rotor", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Rotor 840 DTR	1	CLP 2.960.000,00	Cada inicio de un nuevo año.(1 vez al año)

Entonces, cada 1 año existirá un costo de **2.960.000** de pesos chilenos por el cambio del rotor que usará 1 repuesto.

➤ Cambio de motor

Tabla 4-16 "Tabla del cambio de motor", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Motor 220kW	1	CLP 9.705.000,00	Cada inicio de un nuevo año.(1 vez al año)
Servicio de mantenimiento Overhaul	1	CLP 1.500.000,00	Cada cambio de motor eléctrico. (1 vez al año)

Entonces, cada 1 año existirá un costo de 9.705.000 pesos chilenos por el motor de 220kW que usará 1 repuesto y el motor que ha sido reemplazado tendrá un costo de 1.500.000 pesos chilenos por un servicio de mantenimiento overhaul en una empresa, entonces:

$$9.705.000 \left[ \frac{CLP}{\text{año}} \right] + 1.500.000 \left[ \frac{CLP}{\text{año}} \right] = 11.205.000 \left[ \frac{CLP}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, en el primer año el cambio de motor tendrá un costo de **11.205.000** de pesos chilenos, pero ya desde el segundo año no se tendrá necesidad de comprar un motor nuevo y solo existirá el costo de 1.500.000 por el servicio de mantenimiento overhaul, ya que se tendrá 2 motores que cíclicamente estarán en 2 estados: 1.En uso. 2. En mantenimiento/bodega.

Será solamente necesario volver a comprar un nuevo motor cuando algún motor tenga una falla tan crítica que sea más barato comprar un nuevo motor que mandarlo a realizar un mantenimiento.

Pero para comenzar desde un año 1, usaremos el primer valor calculado.

➤ Engrase el alojamiento de cojinete

Tabla 4-17 "Tabla del engrase del alojamiento del cojinete", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Grasa Mobil Mobilith SHC220	135g	CLP/5 gal 209.650,00	Por cambio de turno(10 hrs aprox.)

Entonces cada 10 hrs aprox. engrasaremos con 135g de Grasa Mobil Mobilith SHC220 c a temperatura de operación (entre 60°C a 100°C) con la máquina en funcionamiento qué costará 209.650 de pesos chilenos por cada 5 galones qué se use, entonces deberemos calcular cuantos galones se usarán por cada lubricación sabiendo la densidad de la grasa (0,86 g/mL) y luego, calcular cada cuanto tiempo usaremos 5 galones para saber cuántos repuestos y suministros usaremos en 1 año:

$$0,86 \frac{[g]}{[mL]} * \frac{3.785,41[mL]}{1[Gal]} = \frac{135[g]}{x} \Rightarrow 3.255,4526 \left[ \frac{g}{Gal} \right] = \frac{135[g]}{x} \Rightarrow \dots$$

$$\dots x = \frac{135[g]}{3.255,4526 \left[ \frac{g}{Gal} \right]} = 0,04146888[Gal] \approx 0,0415[Gal]$$

$$\frac{0,0415[Gal]}{10[hrs]} * \frac{8760[hrs]}{1[año]} = 36,354 \left[ \frac{Gal}{año} \right] \approx 40 \left[ \frac{Gal}{año} \right]$$

$$40 \left[ \frac{Gal}{año} \right] * \frac{209.650[CLP]}{5[Gal]} = 1.677.200 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, se usará 36,354 galones por año de la grasa lubricante, pero como la grasa se vende por 5 galones se tendrá qué comprar 40 galones qué tendrá un costo de **1.677.200** pesos chilenos por año.

➤ Engrase rodamiento del motor

Tabla 4-18 "Tabla del engrase del rodamiento del motor", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Termalene Electric Motor Bearing Grease	50g	CLP/698 126.697,58	inch <sup>3</sup> Cuando se cumplan 4000 o más toneladas.

Entonces cada 4000 toneladas engrasaremos con 50g de grasa Termalene Electric Motor Bearing Grease qué costará 126.698 pesos chilenos por cada 698 pulgadas cúbicas qué se usen, entonces deberemos calcular cuantas pulgadas cúbicas usaremos por cada lubricación sabiendo la densidad de la grasa y luego, calcular cada cuanto tonelada usaremos 698 pulgadas cúbicas para saber cuántos repuestos y suministros usaremos en 1 año:

$$0.875 \left[ \frac{g}{cm^3} \right] * \frac{16,3871[cm^3]}{1[inch^3]} = \frac{50[g]}{x} \Rightarrow 14,339 \left[ \frac{g}{inch^3} \right] = \frac{50[g]}{x} \Rightarrow \dots$$

$$\dots x = \frac{50[g]}{14,339 \left[ \frac{g}{inch^3} \right]} = 3,48699[inch^3] \approx 3,487[inch^3]$$

$$\frac{3,487[inch^3]}{4000[T]} * \frac{70.098[T]}{1[año]} = 61,107 \left[ \frac{inch^3}{año} \right] \approx 62 \left[ \frac{inch^3}{año} \right]$$

$$62 \left[ \frac{inch^3}{año} \right] * \frac{126.697,58[CLP]}{698[inch^3]} = 11.253,939 \left[ \frac{CLP}{año} \right] \approx 11.254 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

$$\frac{698[inch^3]}{62 \left[ \frac{inch^3}{año} \right]} = 11[año]$$

Por lo tanto, el cambio de grasa costará 11.254 pesos chilenos por año, pero esto es un valor teórico ya que lo que realmente quiere decir este valor, es que costará **126.697,58** pesos chilenos cada 11 años, si es que se usara este lubricante, usaremos el valor del precio mercado para comprender un año 1.

➤ Mantenimiento cilindro hidráulico

Tabla 4-19 "Tabla del mantenimiento del cilindro hidráulico de la tolva", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Junta tórica	2	CLP 10.300,00	Cuando se cumplan 18000 o más toneladas.
Junta de pistón	1	CLP 9.750,00	Cuando se cumplan 18000 o más toneladas.

Entonces, cada 18000 toneladas existirán un costo de 10.300 pesos chilenos por las juntas tóricas que usarán 2 repuestos y un costo de 9.750 pesos chilenos por las juntas de pistón que usará 1 repuesto, entonces:

$$2[unidad] * 10.300 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 20.600[CLP]$$

$$1[unidad] * 9.750 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 9.750[CLP]$$

$$\left( \frac{20.600[CLP]}{18000[T]} * \frac{70.098[T]}{1[año]} \right) + \left( \frac{9.750[CLP]}{18000[T]} * \frac{70.098[T]}{1[año]} \right) = 118.193,01666 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, el mantenimiento del cilindro hidráulico tendrá un costo de **118.194** pesos por año.

➤ **Reconstrucción del rotor**

Tabla 4-20 "Tabla de la reconstrucción del rotor", Elaboración propia

Repuestos y suministros	Cantidad	Costo de repuestos y suministros	Frecuencia de mantenimiento
Alambre Cigweld cobalarc coarseclad 1,6mm	1 paquete	CLP 30.000,00	Cuando se cumplan 18000 o más toneladas.
Acero suave Perfil cuadrado 100x100x4mm	1 tira	CLP 69.190,00	Cuando se cumplan 18000 o más toneladas.

Entonces cada 18000 o más toneladas existirá un costo de 30.000 pesos chilenos por el alambre de soldadura Cigweld de 1,6mm que usará 1 paquete de repuesto y un costo de 69.190 pesos chilenos por el acero suave que usará 1 tira de repuesto, entonces:

$$1[unidad] * 30.000 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 30.000[CLP]$$

$$1[unidad] * 69.190 \left[ \frac{CLP}{unidad} \right] = 69.190[CLP]$$

$$\left( \frac{30.000[CLP]}{18.000[T]} * \frac{70.098[T]}{1[año]} \right) + \left( \frac{69.190[CLP]}{18.000[T]} * \frac{70.098[T]}{1[año]} \right) = 117.099,44892 \left[ \frac{CLP}{año} \right]$$

Por lo tanto, la reconstrucción del rotor tendrá un costo de **117.100** pesos chilenos por año.

Entonces, sumaremos todos los costos anuales de todas las tareas de mantenimiento y así determinaremos el **costo total de las tareas de mantenimiento**.

Tabla 4-21 "Tabla del costo total de las tareas de mantenimiento anual", Elaboración propia

<b>Tareas de mantenimiento</b>	<b>Costos anuales en CLP</b>
Cambiar piezas fundidas de desgaste del refuerzo	934.640
Cambiar tubo de alimentación	1.679.000
Cambiar anillo de alimentación	2.686.400
Cambiar anillo de cavitación	2.336.000
Cambiar borde de contención	2.336.000
Cambiar correas	67.500
Cambiar juntas del alojamiento del cojinete	106.455
Cambiar piezas de desgaste del rotor	31.640.692
Cambiar placas de retención	2.970.000
Cambiar placas superior e inferior	13.645.160
Cambiar plato de desgaste del techo	1.306.800
Cambiar plato distribuidor	2.310.450
Cambiar poleas	3.399.602,7
Cambiar rotor	2.960.000
Cambiar motor eléctrico	11.205.000
Engrase el alojamiento del cojinete	1.677.200
Engrase rodamiento del motor	126.697,58
Mantenimiento cilindro hidráulico de la tolva	118.194
Reconstrucción del rotor	117.100
<b>Total</b>	<b>78.949.891,28</b>

#### 4.3.2. Costo total de herramientas

Entonces sumaremos el valor de todas las herramientas que se usarán en este plan de mantenimiento y le sumaremos el 10% del valor total para compensar el valor del alzador de poleas Barmac el cual no se logró cotizar.

Tabla 4-22 "Tabla de costos total de las herramientas", Elaboración propia

Herramientas	Valor en CLP
Maceta de goma	CLP 8.750,00
Portapower 10T Ferton	CLP 237.850,00
Tecler con cable 1T 220v	CLP 204.910,00
Multitester Digital FUXIN-G HS-A3913	CLP 55.055,00
Máquina de compensación	CLP 5.411.700,00
Tensiómetro	CLP 33.000,00
Alineador de poleas laser tools 7644	CLP 37.209,30
Alzador de poleas	Precio interno de Barmac
Espátula punta redonda	CLP 14.899,00
Set de dados	CLP 64.900,00
Set de llaves punta-corona	CLP 77.300,00
Equipo de soldadura MIG	CLP 2.250.000,00
<b>Total</b>	<b>CLP 6.742.526</b>

#### 4.4. Resultado análisis económico

Teniendo el costo total de las tareas de mantenimiento anuales y el costo total de las herramientas, solo nos queda calcular el costo total del plan de mantenimiento.

$$CTPM = 78.949.891,28 + 6.742.526 = 85.692.417,20$$

Por lo tanto, el costo total del plan de mantenimiento anual es de 85.692.417,20 pesos chilenos en el primer año. El costo en el segundo año será menor debido a que no se necesitará comprar suministros que en esta proyección están incluida

## **Conclusiones y Recomendaciones**

La empresa Quilín es una gran empresa con más de 50 años en el mercado asfáltico que necesita un plan de mantenimiento para su planta de áridos terciaria en Noviciado, ya que poseen un mantenimiento restaurativo el cuál los obliga a detener su producción de asfalto al menos 2 hrs al día, y esto es un problema que se refleja en la producción anual donde en el año 2018 produjeron 42328T y en el año 2019 produjeron 70089T, indicando que por problemas de mantenimiento no poseen una producción constante.

La planta de áridos terciaria en noviciado posee 10 maquinarias donde el activo crítico es el Chancador de impacto de eje vertical o Chancador VSI y en el que su falla más crítica es una falla en el movimiento del rotor.

Entonces se ha enfocado el mantenimiento en el Chancador VSI con inspecciones y lubricaciones cada cambio de turnos para mantener controlado el desgaste y el movimiento del rotor del chancador, y de sugerencias se debe realizar trabajos de reconstrucción del rotor en periodos de tiempo no muy largos ya que es más fácil reconstruir pequeños daños en cortos periodos de tiempo que daños más graves en periodos de tiempos largos.

El plan de mantenimiento tendrá un valor de 85.692.417,20, pesos chilenos según los costos calculados este asegurará una producción mensual con pocas variaciones de toneladas para mantener una producción anual en un rango constante de toneladas.

Se recomiendan capacitaciones al personal debido a que no todos en la planta saben utilizar el software interno de Quilín, además se debe realizar una continua mejora tanto del software como de las planificaciones en la planta.

Sugerimos llevar un registro más detallado de las fallas de las maquinas y equipos, en cuanto a la descripción de la falla y el tiempo en que esta indisponible.

## **Bibliografía**

- *Metso, 2017 "Manual\_Barmac\_B7150SE\_B7100056\_ES"*
- <http://www.mantenimientomundial.com/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>
- <https://www.mobil.com.mx/es-mx/lubricantes/industrial/lubricants/products/products/mobil-shc-gear-220>
- <https://toaz.info/doc-viewer>