



U
N
E
X
P
O



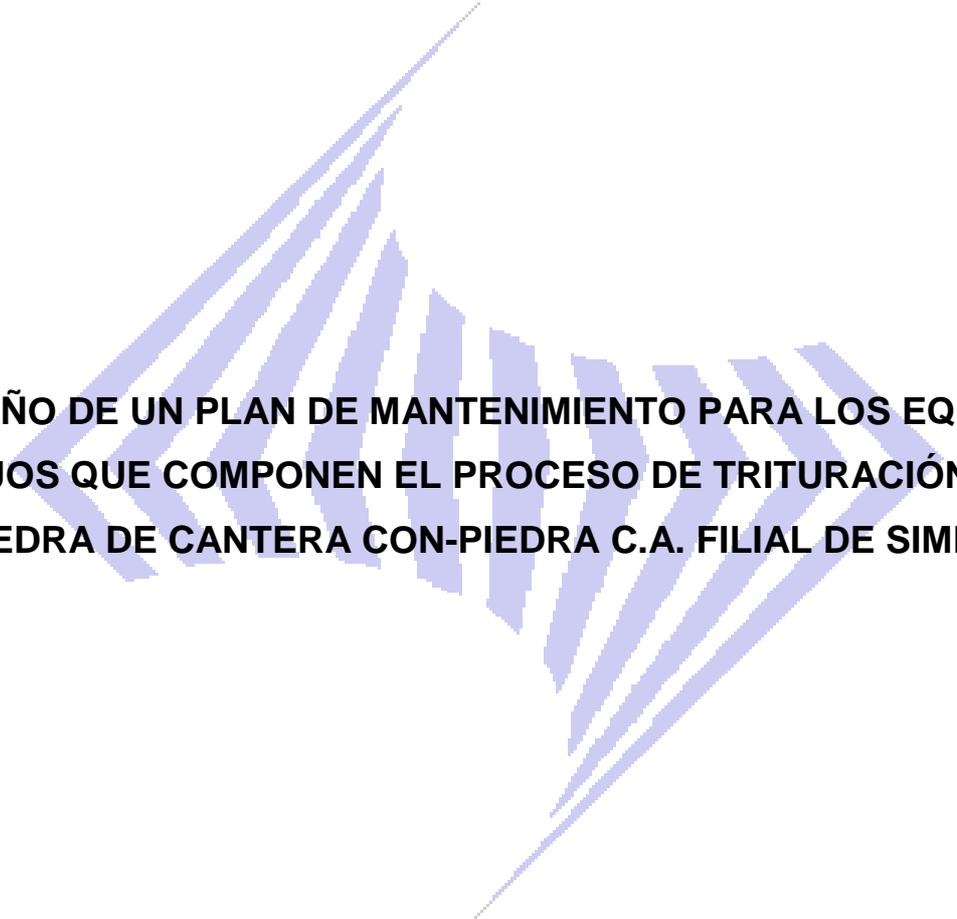
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS
FIJOS QUE COMPONEN EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE PIEDRA
DE CANTERA CON-PIEDRA C.A. FILIAL DE SIMPCA**

Br. Da Silva Díaz Oscar Enrique

C.I.: 17.339.681

Ciudad Guayana; Junio de 2012



**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS
FIJOS QUE COMPONEN EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE
PIEDRA DE CANTERA CON-PIEDRA C.A. FILIAL DE SIMPCA**

U
N
E
X
P
O



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS
FIJOS QUE COMPONEN EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE PIEDRA
DE CANTERA CON-PIEDRA C.A. FILIAL DE SIMPCA**

Trabajo de Grado que se presenta ante el departamento de Ingeniería Industrial del Vice-Rectorado Puerto Ordaz Unexpo, como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Br. Da Silva Díaz Oscar Enrique

C.I.: 17.339.681

Ing. Marklyn Ruiz
Tutor Industrial

Ing. Luis Velásquez
Tutor Académico

Ciudad Guayana; Junio de 2012.

Br. DA SILVA DÍAS OSCAR ENRIQUE

Diseño de un plan de mantenimiento para los equipos fijos que componen el proceso de trituración de piedra de cantera Con-Piedra C.A. filial de Simpca

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”

Vice-Rectorado Puerto Ordaz Departamento de Ingeniería Industrial.

- **Tutor Académico: Luis Velásquez**
- **Tutor Industrial: Marklyn Ruiz**

Ciudad Guayana, Junio de 2012.

Capítulos: I El problema, II Marco de Referencia, III Marco Metodológico, IV Marco Metodológico, V Situación Actual, VI Resultados, Diseño o Propuesta, Conclusión, Recomendaciones Bibliográficas.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Nosotros Miembros del Jurado designado por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industria de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, para la evaluación del Trabajo de Grado titulado “Diseño de un plan de mantenimiento para los equipos fijos que componen el proceso de trituración de piedra de cantera Con-Piedra C.A. filial de SIMPCA” presentado por el Bachiller Oscar Enrique Da Silva Díaz portador de la C.I. N° 17.339.681 para optar por el título de Ingeniero Industrial, consideramos que dicho Trabajo de Grado reúne los requisitos exigidos para tal efecto por lo tanto lo declaramos: APROBADO

Ing. Marklyn Ruiz
Tutor Industrial

Ing. Luis Velásquez
Tutor Académico

Ing.
Jurado

Ing.
Jurado

Ciudad Guayana, Junio de 2012

AGRADECIMIENTOS

A mi **Dios**, por no abandonarme, protegerme, orientarme, guiarme y bendecirme siempre y en cada instante permitiéndome vivir nuevas experiencias que renuevan mi vida y enriquecen mi sabiduría.

A mi Padre y Madre, **Oscar Da Silva y Ludmila Díaz** pilares fundamentales de mi existencia. Gracias por su apoyo incondicional y por estar siempre allí cuando los necesite.

A mis hermanos; **Roxana Da Silva, Fernando Da Silva y Andrea Da Silva** por su cariño, ayuda y apoyo en la realización de todos mis objetivos.

A las familias; **Díaz Altuvez; Moreno Da Silva, Díaz Oliveros, Fonseca Suarez** por brindarme su apoyo y afecto en todo momento.

A mis Amigas y Amigos; por ayudarme en la elaboración de mí proyecto, por quererme, por su entusiasmo, comprensión y sobre todo por estar en los momentos importantes de mi vida.

A los Supervisores, Ingenieros, Técnicos, Operarios y Obreros de cantera Con-Piedra C.A., por su amistad, orientación, colaboración y simpatía.

Al **Ing. Marklyn Ruiz**, tutor industrial; por su dedicación, apoyo y conocimientos impartidos para la realización de este proyecto.

Al **Ing. Luis Velásquez**, tutor académico; por su constante motivación, por el apoyo y la asesoría que me brindo durante el desarrollo de este proyecto.

A **CON-PIEDRA C.A.**, por haberme permitido ejecutar este proyecto en sus instalaciones.

A la **UNEXPO** por brindarme el conocimiento necesario para poderlo implementar en la realización de este proyecto.

A todas las demás personas que pude haber pasado por alto “Gracias” por su valiosa colaboración y apoyo.

Muchas Gracias a Todos



DEDICATORIA

A mi Dios, por ser quien guía mis pasos y quien me da la fortaleza y la sabiduría necesaria para cumplir mis metas.

A mis Padres Oscar Da Silva y Ludmila Díaz, mis mentores, orgullo, amor y lo más grande que Dios me ha regalado a lo largo de la vida.

A mis Hermanos, Fernando José, Roxana del Carmen y Andrea de los Ángeles por su cariño y apoyo incondicional para llevar a cabo mis metas.

A las familias Díaz Altuve; Moreno Da Silva, Díaz Oliveros, por su amor, comprensión, apoyo, alegría y cariño.

A mi novia Carmen Victoria Fonseca Suarez por su apoyo, colaboración, tolerancia y ser parte de mi inspiración para alcanzar la meta propuesta.

A mis Amigas y Amigos por quererme, apoyarme, orientarme y colaborar a lo largo de la carrera.

A todas aquellas personas que son importantes en mi vida.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS FIJOS
QUE COMPONEN EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE PIEDRA DE
CANTERA CON-PIEDRA C.A. FILIAL DE SIMPCA**

Autor: Oscar E. Da Silva D.

Tutor Académico: Luis Velásquez

Tutor Industrial: Marklyn Ruiz

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el área de planta de trituración de piedra, perteneciente a cantera Con-Piedra C.A, área donde se procesa la piedra para llevarla a dimensiones específicas. La investigación corresponde a la modalidad de campo no experimental, puesto que las actividades se llevan a cabo sin manipular deliberadamente las variables con el propósito de diseñar un Plan de Mantenimiento, para ello se cumplieran las etapas de: (I) Realización de cálculos estadísticos, cálculos de la disposición de los equipos, estudio de criticidad, programación entre otros, basado en los históricos y manuales técnicos de los equipos y análisis de datos. (II) Diseño: Elaboración del plan de mantenimiento y rediseño del software S.A.R.E. de cantera Con-Piedra C.A. con el fin de mantener la regularidad de las actividades de producción y evitar mantenimientos correctivos.

Palabras Claves: Mantenimiento Preventivo, Análisis de Criticidad, Plan de Mantenimiento y Frecuencias de Mantenimiento.



ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	4
EL PROBLEMA.....	4
Definición del Problema.....	4
OBJETIVOS.....	6
Objetivos Específicos	6
Justificación o Importancia	8
Delimitación o Alcance	9
Limitaciones.....	9
CAPITULO II.....	10
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	10
Antecedentes de la Empresa.....	10
Misión	11
Visión.....	12
Objetivo	12
Objetivos Específicos	13
Valores	13
Ubicación.....	13



Estructura Organizativa de la Empresa.....	14
Equipos Fijos de Cantera Con-Piedra C.A.	14
<i>Reductores de velocidad</i>	14
<i>Trituradoras</i>	15
<i>Vibro Alimentador</i>	15
<i>Criba Vibratoria</i>	16
<i>Cinta transportadora</i>	16
Agregados	16
<i>El agregado fino</i>	17
<i>El agregado grueso</i>	17
Propiedades del Agregado	18
<i>Granulometría</i>	18
<i>Granulometría de los agregados finos</i>	18
<i>Granulometría de los agregados gruesos</i>	19
<i>Agregado Con Granulometría Discontinua</i>	20
CAPITULO III	23
MARCO TEÓRICO	23
Mantenimiento	23
Objetivos del Mantenimiento	24
Estrategias de Mantenimiento	25
<i>Mantenimiento Correctivo</i>	25
<i>Mantenimiento Preventivo</i>	26
<i>Mantenimiento Cíclico</i>	29



<i>Mantenimiento Según Condición y Predictivo</i>	29
<i>Mantenimiento Mejorado</i>	30
<i>En el Ámbito de Mantenimiento</i>	35
<i>En el Ámbito de Inspección</i>	36
<i>En el Ámbito de Materiales</i>	36
<i>En el Ámbito de Disponibilidad de Planta</i>	36
<i>En el Ámbito de Personal</i>	37
Implementación del Estudio de Criticidad.....	37
<i>Frecuencia De Fallas</i>	37
<i>Impacto Operacional</i>	38
<i>Flexibilidad Operacional</i>	38
<i>Matriz de Criticidad</i>	39
Desviación Estándar	40
<i>Interpretación de la Desviación Estándar</i>	42
CAPITULO IV.....	45
MARCO METODOLÓGICO	45
Tipo de Estudio de la Investigación	45
Diseño de la Investigación.....	45
Población y Muestra	46
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	47
<i>Observación Directa</i>	47
<i>Entrevistas No Estructuradas</i>	47
<i>Recursos Físicos</i>	48



<i>Recurso Humano</i>	49
<i>Procesamiento de la Información</i>	50
CAPITULO V.....	52
SITUACIÓN ACTUAL	52
Elementos de Planta.....	52
Definición del Trabajo y Especificaciones Técnicas de los Equipos Fijos de Cantera Con-Piedra C.A.....	55
<i>Conos de Trituración</i>	55
<i>Cribas Clasificadoras</i>	56
<i>Bandas Transportadoras</i>	58
<i>Vibro Alimentador</i>	60
<i>Mandíbula Trituradora</i>	61
<i>Motores Reductores</i>	62
Evaluación de la Situación Actual de la Gestión de Mantenimiento en Cantera Con-Piedra C.A.....	65
<i>Análisis del problema mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa o causa – efecto</i>	65
<i>Fuerza Laboral</i>	66
<i>Flota de Vehículos</i>	69
<i>Materiales y Repuestos</i>	70
Mantenimiento	71
<i>Mantenimiento Correctivo</i>	72
<i>Mantenimiento Preventivo Programado</i>	73
<i>Mantenimiento Predictivo</i>	74



<i>Seguimiento y Control del Mantenimiento</i>	74
Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra	75
ANÁLISIS DEL HISTORIAL DE FALLAS DE LOS EQUIPOS DE TRITURACIÓN DE PIEDRA.....	80
<i>Calculo de la desviación Estándar</i>	82
<i>Molino Primario</i>	83
<i>Vibro alimentador Primario</i>	86
<i>Cinta Transportadora #1</i>	89
<i>Criba #1</i>	92
<i>Molino 57S</i>	95
<i>Criba #2</i>	97
<i>Molino 44FC</i>	100
IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS QUE CONSTITUYEN EL ÁREA DE PLANTA DE CANTERA CON-PIEDRA C.A.....	102
CAPITULO VI.....	107
RESULTADOS.....	107
IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN UNA BUENA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	107
<i>Falta de Control</i>	108
<i>Personal</i>	108
<i>Mantenimiento</i>	109
<i>Métodos</i>	109
<i>Elementos</i>	109



<i>Periodo de Transición</i>	110
<i>Documentación</i>	110
SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE TRITURACIÓN DE PIEDRA	111
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	168
FORMATO DE CONTROL SOBRE EL LUBRICADO DE LOS EQUIPOS FIJOS DE TRITURACIÓN DE PIEDRA EN CANTERA CON-PIEDRA C.A.	169
CANTIDADES DE LUBRICANTE	177
SISTEMA DE INDICADORES	180
CONCLUSIONES	183
RECOMENDACIONES	186
BIBLIOGRAFÍA	188
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	189
APENDICE	190
ANEXOS	210



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Codificación General de los Equipos del Área de Trituración Primaria de Cantera Con-Piedra C.A.....	52
Tabla 2-Resumen de los equipos fijos de Cantera Con-Piedra C.A.	54
Tabla 3- Ficha Técnica del Cono 57S.....	55
Tabla 4- Ficha Técnica del Cono 44FC	56
Tabla 5-Ficha Técnica de la Criba #1	57
Tabla 6-Ficha Técnica de la Criba #2	57
Tabla 7-Ficha Técnica de la Cinta #1	59
Tabla 8-Ficha Técnica de la Cinta #2	60
Tabla 9 - Ficha Técnica Vibro Alimentador	61
Tabla 10 - Ficha Técnica Mandíbula Trituradora	62
Tabla 11 - Ficha Técnica Mandíbula Trituradora	63
Tabla 12 - Personal Fijo en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A..	67
Tabla 13 - Personal Contratado en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.....	68
Tabla 14 - Rango de edades de los Trabajadores en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.	68
Tabla 15 - Rango de edades de los Trabajadores en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.	70
Tabla 16 - Esquema de Elaboración de Cantera Con-Piedra C.A. para el Mantenimiento	72
Tabla 17- Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra del Primario de cantera Con-Piedra.....	77
Tabla 18- Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra del Secundario de cantera Con-Piedra C.A.....	78



Tabla 19 – Diferencia entre los Porcentajes y Horas Respecto a Disponibilidad y Confiabilidad de los equipos Fijos de Cantera Con-Piedra C.A.....	79
Tabla 20 – Horas Promedio por Mes	82
Tabla 21– Actividades de Mantenimiento del Molino Primario.....	83
Tabla 22 – Actividades de Mantenimiento del Vibro Alimentador.....	86
Tabla 23 – Actividades de Mantenimiento de la Cinta #1.....	89
Tabla 24 –Actividades de Mantenimiento de la Criba #1.....	92
Tabla 25– Actividades de Mantenimiento del Molino 57S.....	95
Tabla 26– Actividades de Mantenimiento de la criba #2.....	97
Tabla 27 – Actividades de Mantenimiento del Molino 44FC.....	100
Tabla 28 – Resumen de Fallas por Equipo en el Periodo del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de Febrero del 2010.....	102
Tabla 29 – Matriz de Evaluación de Criticidad.....	103
Tabla 30 - Resultados de la Evaluación de Criticidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra.....	104
Tabla 31 - Estatus de Criticidad de los equipos de Trituración de Piedra...	105
Tabla 32 - Tabla de Pareto.....	105
Tabla 33–Plan de Mantenimiento Preventivo del Vibro Alimentador Primario	113
Tabla 34 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Vibro Alimentador Primario (Continuación).....	114
Tabla 35 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Vibro Alimentador Primario (Continuación).....	115
Tabla 36 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Molino Primario	116
Tabla 37 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Molino Primario (Continuación).....	117
Tabla 38 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Molino Primario (Continuación).....	118



Tabla 39 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta Transportadora # 1.....	119
Tabla 40 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 2	123
Tabla 41– Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 4	127
Tabla 42 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 5	131
Tabla 43 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 6	135
Tabla 44 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 7	139
Tabla 45 – Plan de Mantenimiento para la Cinta # 8	143
Tabla 46 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 9	147
Tabla 47 - Plan de Mantenimiento para la Cinta Polvillo.....	151
Tabla 48 - Plan de Mantenimiento para la Cinta de Transferencia	155
Tabla 49 – Plan de Mantenimiento para la Criba # 1	159
Tabla 50 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Criba # 2.....	162
Tabla 51 - Plan de Mantenimiento Preventivo para los Molino 57S y 44FC.	164
Tabla 52 – Cantidad Promedio de Grasa por Dispositivo en Gramos.....	177
Tabla 53– Cantidad de Aceite por Equipo.	179
Tabla 54 – Fórmulas Matemáticas Empleadas en el Sistema de Indicadores.	181



ÍNDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

Grafica 1- Tipos de Mantenimientos Existentes.....	25
Grafica 2 - Representación Gráfica de los Parámetros de Criticidad.....	40
Grafica 3– Actividades de Mantenimiento del Molino Primario.	85
Grafica 4– Actividades de Mantenimiento del Vibro Alimentador.	88
Grafica 5– Actividades de Mantenimiento de la Cinta #1.....	91
Grafica 6– Actividades de Mantenimiento de la Criba #1.	94
Grafica 7– Actividades de Mantenimiento del Molino 57S.....	96
Grafica 8– Actividades de Mantenimiento de la Criba #2.	99
Grafica 9– Actividades de Mantenimiento del Molino 44FC.....	101
Grafica 10 - Utilización Gráfica de los Parámetros de Criticidad.....	104
Grafica 11 - Representación Gráfica de Pareto.	106
Figura 1- Diagrama Causa-Efecto de la situación actual que ocasionan los daños en los equipos fijos de trituración de piedra.	66
Figura 2 – Pagina Principal del Formato de Control.	170
Figura 3 – Despliegue de la lista de los equipos fijos de forma general.	171
Figura 4 - Despliegue de la Lista de los Dispositivos de Forma Especifica.	172
Figura 5- Especificación de las cantidades de lubricante utilizadas por dispositivo y observación respecto al mismo.	172
Figura 6 - Despliegue de la lista de dispositivos que son lubricados con aceite.	173
Figura 7 - Especificación de las cantidades de aceite en litros.	174



Figura 8 - Resumen de Lubricante Utilizado al Mes.	175
Figura 9 - Control de los dispositivos que han sido lubricados con grasa..	176
Figura 10 - Control de los dispositivos que ha sido lubricado con aceite....	176



INTRODUCCIÓN

En los actuales momentos mantener una producción diaria ha estado forzando a los responsables del mantenimiento en las plantas industriales a implementar los cambios que se requieren para pasar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas y/o maquinas completas, a una unidad de alto nivel que contribuye de gran manera en asegurar los niveles de producción. Es por tanto necesario hacer notar que la actividad de “mantener”, si es llevada a cabo de la mejor manera, puede generar un mejor producto lo que significa producción de mejor calidad, en mayor cantidad y con costos más bajos.

Con-Piedra C.A., filial de SIMPCA, es una empresa productora de agregados para construcción y tiene como objetivo, abastecer las necesidades tanto local como regional del sur oriente del país. Las actividades en planta empiezan desde el trabajo de minería, en el cual se efectúan las voladuras necesarias para obtener la materia prima que en este caso está conformada por piedras de grandes dimensiones. Luego del proceso de minería las piedras son llevadas a la planta de trituración, en la cual se reducen las dimensiones de las mismas hasta obtener los diferentes tipos de piedras que se comercializan. No obstante los equipos fijos de trituración de piedra que se encuentran en la planta Con-Piedra C.A. deben estar operativos a diario para poder tener el producto final que es solicitado con gran frecuencia en grandes cantidades por los consumidores, pero para esto se necesita tener disponibilidad mecánica aplicando buenos criterios de mantenimiento. Lamentablemente la organización aplica acciones más correctivas que preventivas o en su defecto predictivas, de allí la importancia de ejercer un plan de mantenimiento bien organizado y elaborado teniendo plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, pues así se



establecería de forma más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive rediseños a nivel de procedimientos y modificaciones menores; incluso permitiría establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

Por lo tanto un plan de mantenimiento bien elaborado y flexible para cubrir cualquier ámbito de adversidad en cuanto a las fallas que se puedan presentar en el proceso de producción, trae grandes beneficios como son: reducir las fallas y tiempos muertos lo que incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones, incrementa la vida de los equipos, mejora la utilización de los recursos, reduce los niveles del inventario y también genera ahorros de dinero al evitar grandes desembolsos por reparaciones de gran magnitud que pudieron ser evitados o amortiguados por una intervención de mantenimiento a tiempo.

En consecuencia lo que busca la empresa Con-Piedra C.A. en primera instancia es obtener a través de una programación, es llevar un control adecuado que permita planificar el mantenimiento de los equipos fijos existentes en la empresa, para así dar continuidad a las operaciones de la misma generando la menor cantidad de interrupción posible.

La estructura que presentara el trabajo de grado será la siguiente:

Capítulo I; El Problema donde se expone de forma clara la realidad objeto del estudio, dando a conocer la situación actual, el motivo por el cual es necesario desarrollar la investigación.

Capítulo II; Generalidades de la Empresa, aquí se mostrara de forma breve las generalidades de la empresa, el área donde se desarrollará la investigación.



Capítulo III; Marco Teórico, aquí se sustentará la investigación desde el punto de vista técnico, experimental y empírico.

Capítulo IV; Marco Metodológico, se expresara la concepción del tipo de investigación, técnicas e instrumentos bajo los cuales se permitirá llevar a cabo la indagación y dar respuesta al problema planteado.

Capítulo V; Situación Actual, aquí se presentan las condiciones en que se encuentra la empresa respecto al mantenimiento con base en los históricos y diferentes análisis cuantitativos y cualitativos realizados.

Capítulo VI; Presentación y Análisis de Resultados o Diagnóstico, donde se reflejarán los resultados obtenidos en la investigación que aporten soluciones y mejoras al problema planteado existente en cantera Con-Piedra C.A. (Grupo Simpca).



CAPITULO I

EL PROBLEMA

Aquí se explicaran los motivos que originaron la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento para los equipos fijos de trituración de piedra en cantera Con-Piedra C.A. con el fin de poder intervenir al equipo para prestarle el servicio necesario antes que presente algún tipo de falla, igualmente se muestran las limitaciones y delimitaciones presentadas y principalmente los objetivos que se deben cumplir para lograr el éxito de este proyecto.

Definición del Problema

La empresa Con-Piedra tiene en funcionamiento 43 años sin interrupción laboral importante, sin embargo esto no señala que la empresa ha estado exenta a problemas durante sus actividades, pues esto se ha visto reflejado principalmente en gastos por mantenimientos correctivos y atrasos en la producción. En el año 1980 se realizó el cambio de rodillos y



chumaceras en una parada programada a todas las cintas transportadoras por desgaste de los mismos, desde entonces no se ha vuelto a realizar un mantenimiento igual, incluso a la fecha se realizan cambios de rodillos y chumaceras de forma correctiva en paradas no programadas donde también se incluyen reparaciones a los reductores que se encuentran en la planta, de igual forma los molinos se han visto afectados por la falta de mantenimiento, en el año 1993 se tuvo que reemplazar el sistema de gatos hidráulicos del molino telsmith 57S, en el año 2009 se realizó el cambio del molino telsmith 48S por un (1) molino telsmith 44S, ambos casos presentando desgastes por falta de lubricación entre otras fallas adyacentes. Una de las acciones más recientes que tuvo un impacto considerable en cuanto a la parada de producción ocurrió el 23 de Octubre del 2010 donde se realizó el desmontaje del molino 57S de Con-Piedra C.A. para colocar el 57S proveniente de PERTIGALETE junto con su sistema hidráulico y la falla del Pitman del Triturador de Mandíbula (molino primario) en febrero del presente año, donde solventar esta falla tomo al menos unas tres semanas donde estos inconvenientes causan que la planta no produzca afectando la producción programada mensual y anual.

Actualmente la empresa Con-Piedra C.A. labora dos turnos, lo que le hace mantener una producción casi continua, por ende ha requerido la certificación de un plan de mantenimiento ya que se ven acarreadas las problemáticas de: falta de programación en cuanto a la realización de los procesos de mantenimiento a los equipos de trituración de piedra ya que se cuenta con un formato que permite registrar las actividades mas no establece la realización de las mismas; deterioro de los equipos por falta del mantenimiento por mantener una frecuencia de la operación muy fluctuante, las acciones de mantenimiento tienen un mayor porcentaje en acciones correctivas ya que las preventivas son prácticamente casi nulas, los costos



de la empresa se elevan por la compra de equipos nuevos para suplantar los dañados y por la adquisición de contratos de servicios de mantenimiento, algunos daños de los equipos llevan a que se detenga la producción y no se tenga material para despacho donde el inconveniente se refleja en la pérdida de dinero por la falta de ventas del producto, también se retrasa la programación de producción anual que realiza la empresa, por ende se deben ir reestructurando las actividades programas de acuerdo a las fallas que se presenten en los equipos.

De aquí la importancia de diseñar un Plan de Mantenimiento para los equipos fijos de trituración de piedra ya que representa una alternativa para disminuir las fallas presentadas en la planta Con-Piedra C.A., y se podrá llevar seguimiento detallado y específico de cada equipo, facilitando las acciones de mantenimiento programado por medio de un sistema de alarma de prevención que indicara a los equipos que se le deben realizar mantenimiento después de cierto periodo de trabajo y proporcionando actividades objetivas como también sirve de plataforma para desarrollar en el interior de la organización una serie de actividades, procesos y procedimientos, encaminados a lograr que el funcionamiento de los equipos cumpla con las exigencias y expectativas de la empresa.

OBJETIVOS

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el porcentaje de la disponibilidad de tiempo de los equipos fijos de trituración de piedra, en el cual el equipo está disponible para producir.



2. Determinar la confianza de los equipo para trabajar un determinado período de tiempo sin fallas.
3. Realizar un diagrama Causa-Efecto para visualizar los diferentes inconvenientes que se generan por no poseer un Plan de Mantenimiento.
4. Complementar la base de datos con respectos a las actividades que se les realizan a los equipos fijos de trituración de piedra.
5. Realizar un análisis de criticidad de los daños a los equipos fijos de trituración de piedra para jerarquizar las prioridades de mantenimiento que se deben realizar en la planta.
6. Determinar la frecuencia en que se deben realizar las actividades de mantenimiento a través de un análisis técnico de la situación actual y compararlos con las especificaciones técnicas del fabricante y también tomando en cuenta las condiciones de trabajo bajo las cuales se encuentran los equipos.
7. Diseñar un formato de control programado en Excel 2010 sobre el lubricado de los equipos fijos de trituración de piedra en cantera Con-Piedra C.A.
8. Calcular la desviación estándar de las frecuencias de mantenimiento establecidas para los equipos de trituración de piedra.



9. Rediseñar el software S.A.R.E con el fin de agrupar toda la programación e información respecto al mantenimiento de los equipos fijos de trituración de piedra y anexarles un sistema de alarma que indique las ejecuciones de actividades.

10. Estructurar el plan de mantenimiento y cargarlo a la programación en el software S.A.R.E utilizado en la empresa Con-Piedra C.A.

Justificación o Importancia

Para poder mantener el ritmo de producción actual la empresa Con-Piedra C.A. se ha visto en la necesidad de implementar un plan de mantenimiento con el fin de poder mantener la regularidad del funcionamiento lo más óptimo posible de sus equipos fijos de trituración de piedra.

Por lo tanto, la importancia de la realización de la investigación hace énfasis en suministrar una herramienta a la organización que permita cumplir con los procesos de mantenimiento a su debido tiempo para así garantizar la buena utilización de los tiempos asignados para realizar las tareas mecánicas necesarias por cada equipo.

Pues así, con la propuesta de este plan de mantenimiento se busca minimizar los periodos de inactividad, aumentar el rendimiento de producción, la utilización efectiva de las horas programadas de producción y mantener la regularidad lo más óptimo posible en producción.



Delimitación o Alcance

El siguiente estudio es realizado en el área de planta a dos molinos de trituración de piedra, nueve reductores, dos cribas, dos vibro alimentador un triturador de mandíbula y a las nueve cintas transportadoras incluyendo todos sus componentes para su funcionamiento tales como chumaceras, motores reductores y rodillos que conforman el proceso de trituración de piedra de la empresa Con-Piedra C.A. (Grupo Simpca).

Limitaciones

Dentro de las limitaciones encontradas para realizar este estudio destacan: paradas de planta por largos periodos de tiempo, escasez física de algunos manuales de los equipos de producción, inconvenientes en la recopilación de información debido a fallas de los equipos y el historial de los mismos, el estudio será realizado solo por 18 semanas.



CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se describen todos los procesos y etapas que conforman a la empresa Con-Piedra C.A., abarcando su historia, valores, misión, visión, objetivos, estructura organizativa, ubicación, los productos y proceso de producción además describe donde se desarrollara la práctica profesional y se exponen una serie de términos que servirán de apoyo para la comprensión del tema a desarrollar.

Antecedentes de la Empresa

El Taller de Maquinarias Pesadas, denominada “Servicios Industriales de Maquinarias Pesadas, C.A.” (SIMPCA), tuvo su origen en Ciudad Guayana y nace como empresa de concreto pesado en la zona industrial de Chírca, el mes de marzo de 1966. Tres años más tarde, el Consorcio Empresas Morgado, da el primer paso en sus proyectos de ampliación, adquiriendo en la zona industrial de Matanzas un espacio cuya finalidad es la elaboración y venta de concreto premezclado.



Debido al empuje de la zona con las instalaciones de las fábricas de acero explotación minera de hierro, y posteriormente las plantas de aluminio, la participación de SIMPCA en el mercado se ha incrementado como consecuencia de su producto, logrando mantenerse como la empresa más importante de su ramo en el Estado Bolívar, alcanzando una participación de ventas del 65% del mercado en el área de concreto premezclado, concreto asfáltico y agregados de cantera y desde aquel tiempo la planta de Matanzas pasó a ser la sede principal de la empresa atendiendo a importantes requerimientos tanto en el sector público como en el privado.

Hoy en día cuenta con cuarenta y tres (46) años sin interrupción laboral, convirtiéndose en el eje principal del progreso en la construcción de la zona sur-oriental de país, participando significativamente en los desarrollos más importantes de la región. Contando actualmente con plantas en ciudades principales del Oriente de Venezuela como el Tigre, Ciudad Bolívar, Puerto Ordaz, Maturín y Barcelona, teniendo además departamentos de control de calidad, con modernos y completos laboratorios, una productividad de más de 360.000 m³ de concreto premezclado por año, y contando con un recurso humano de más de 220 personas.

Misión

Con-Piedra C.A, tiene como función, la satisfacción de las personas que laboran en la empresa, mediante un conjunto de principios, conceptos y criterios que nacieron y se perfeccionaron en la práctica cotidiana de servir a los clientes. Esta empresa cumple con su responsabilidad social llevando a cabo el trabajo con calidad y productividad, observando los siguientes principios:



- Satisfacer las necesidades de los clientes con productos y servicios que resulten en la mejora de la calidad de vida en las comunidades las cuales se encuentra operando.
- Contribuir con el desarrollo socioeconómico, tecnológico y empresarial en los sectores en los cuales actúa.
- Crear para las personas oportunidades de trabajo y desarrollo, inclusive con reinversión de los resultados logrados.
- 4 Asegurar el respeto permanente al medio ambiente en las actividades de la empresa y contribuir en la preservación de este.

Visión

Las exigencias del mundo actual, hacen que nuevas tecnologías y procedimientos se empleen en el campo de la construcción para lograr durabilidad de las estructuras. Es por ello y de interés general de SIMPCA, seguir visualizando en la evolución y avance de investigaciones relacionadas a mejorar y crear alternativas referentes a las mezclas de concreto, para así ser reseña en el tema del producto en Venezuela y dar siempre a sus clientes el mejor servicio con la más alta calidad.

Objetivo

Contribuir con el desarrollo técnico, económico del país a través del mejoramiento continuo del servicio a sus clientes y calidad del producto para constituirse en una empresa con un elevado margen de competitividad y rentabilidad en los mercados de concreto premezclado.



Objetivos Específicos

- Elevar el volumen de ventas y carteras de clientes a través de inversiones a futuro.
- Ejecutar todos los trabajos necesarios para la construcción de obras civiles de concreto premezclado de acuerdo con los planos y requerimientos presentes en cada proyecto.
- Formular políticas y estrategias competitivas a mediano y largo plazo que aseguren el éxito de la empresa.
- Llevar una planificación y control de la producción a fin de mantener y mejorar la calidad de los productos.

Valores

- Compromiso con el desarrollo de nuestros clientes.
- Compromiso con el desarrollo de nuestros productos.
- Creación de valor para nuestros accionistas.
- Cultura técnica, vocación industrial y visión de largo plazo.
- Arraigo local, compromiso y tenacidad.
- Excelencia y desarrollo de los recursos humanos.
- Cuidado de la seguridad y condiciones de trabajo.
- Compromiso con nuestras comunidades.

Ubicación

La operación minera de agregados de Con-Piedra se excava a



expensas del Cerro La Danta ubicado en la zona Norte (N) de la ciudad de Puerto Ordaz, Municipio Caroní, Parroquia Unare, Estado Bolívar, en lo que se denomina la Zona Industrial Cambalache; en la ribera sur del río Orinoco.

Estructura Organizativa de la Empresa.

Las actividades de planificación y operaciones de producción en la empresa SIMPCA cantera Con-Piedra C.A., se llevan a cabo con un total de 43 trabajadores de nómina fija y tercerizados, bajo la coordinación del personal técnico de la planta, los cuales se encargan de definir las directrices necesarias para cumplir con lo establecido en el plan de explotación. Aparte del personal adscrito de manera directa a las operaciones de la cantera, se cuenta con el apoyo de personal técnico del área corporativa de la Comisión de Transición Cemex Venezuela c.a, para la definición de los lineamientos de planificación a corto, mediano, largo plazo, y elaboración de planes anuales de explotación.

Equipos Fijos de Cantera Con-Piedra C.A.

Reductores de velocidad

Son generalmente uno o varios pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica montados en un cuerpo compacto denominado reductor de velocidad. Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor (ya sea eléctrico, de explosión u otro) necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la velocidad necesaria para el buen



funcionamiento de la máquina. Además de esta adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos (estáticos y dinámicos).

Trituradoras

Es de uso esencial en cualquier planta destinada a realizar operaciones de reducción de cualquier tipo de material según la necesidad de dicha planta, en cantera Con-Piedra C.A. es utilizada para la reducción de mineral de piedra. Existen distintos tipos de trituradora dentro de la planta, aquí se encuentra una trituradora de mandíbula serie D 44x48 capaz de procesar 500-750 Ton/Hr, utilizada como el primer paso para la reducción de las dimensiones de la piedra, ya que debe ser alimentado con rocas de grandes dimensiones y llevarlas a 7" pulg. de diámetro, también hay una trituradora de cono serie 57S capaz de procesar 650 Ton/Hry llevar las dimensiones del mineral hasta 2" pulg. de diámetro y el tercer y último cono triturador es un 44 FC con capacidad de procesar 290 Ton/Hr. y reducir el mineral proveniente de 57S a 1" pulg. de diámetro

Vibro Alimentador

El vibro alimentador se utiliza para transferir los materiales de gran tamaño uniformemente, periódicamente y continuamente hacia la trituradora o cintas transportadoras para mantener el flujo de la producción. Este trabajo lo realiza a través de fuertes vibraciones que remueven el material hacia el destino deseado y este equipo tiene la capacidad de poder regular la



intensidad de sus vibraciones para evitar desbordes de material o en su defecto, acelerar el traslado de material para su posterior procesamiento.

Criba Vibratoria

La criba vibratoria es utilizada para la clasificación y selección de la piedra procesada en cantera Con-Piedra C.A., está sub-divide el material dependiendo de las especificaciones dadas para la producción. La criba trabaja a través de vibraciones para poder hacer fluir el material a través de sus elementos de clasificación y las intensidades de vibración también se pueden calibrar dependiendo de la velocidad con que se desee procesar el material.

Cinta transportadora

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores.

Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad.

Agregados



Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros). Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

El agregado fino

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8", el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

El agregado grueso

Proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.



Propiedades del Agregado

Granulometría

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (*norma ASTM C 136*). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar *ASTM C 33* para agregado fino tiene aberturas que varían desde la *malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm*.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, el manejo de material, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción.

Granulometría de los agregados finos

Depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr un buen manejo de material. En general, si la relación agua – cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia.

Entre más uniforme sea la granulometría, mayor será la economía.

Estas especificaciones permiten que los porcentajes mínimos (en peso) del material que pasa las mallas de 0.30mm (No. 50) y de 15mm (No. 100) sean reducidos a 15% y 0%, respectivamente, siempre y cuando:

1): El agregado que se emplee en un concreto que contenga más de 296 Kg de cemento por metro cubico cuando el concreto no tenga inclusión de aire.

2): Que el módulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, el agregado fino se deberá rechazar a menos de que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones el agregado fino y grueso.

Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No. 50) y de 1.15 mm (No. 100), afectan la funcionalidad y la textura superficial del concreto.

El módulo de finura (FM) del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100. El módulo de finura es un índice de la finura del agregado entre mayor sea el modo de finura, más grueso será el agregado. El módulo de finura del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto.

Granulometría de los agregados gruesos

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y



cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para revenimiento de aproximadamente 7.5 cm para un amplio rango de tamaños de agregado grueso. El número de tamaño de la granulometría (o tamaño de la granulometría). El número de tamaño se aplica a la cantidad colectiva de agregado que pasa a través de un arreglo mallas. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25 mm y un tamaño máximo nominal de 19 mm. De noventa a cien por ciento de este agregado debe pasar la malla de 19 mm y todas sus partículas deberán pasar la malla 25 mm.

Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe pasar:

- 1) Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
- 2) Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
- 3) Un tercio del peralte de las losas.

Agregado Con Granulometría Discontinua

Consisten en solo un tamaño de agregado grueso siendo todas las partículas de agregado fino capaces de pasar a través de los vacíos en el agregado grueso compactado. Las mezclas con granulometría discontinua se utilizan para obtener texturas uniformes en concretos con agregados expuestos. También se emplean en concretos estructurales normales, debido



a las posibles mejoras en densidad, permeabilidad, contracción, fluencia, resistencia, consolidación, y para permitir el uso de granulometría de agregados locales.

Para un agregado de 19.0 mm de tamaño máximo, se pueden omitir las partículas de 4.75 mm a 9.52 mm sin hacer al concreto excesivamente áspero o propenso a segregarse. En el caso del agregado de 38.1 mm, normalmente se omiten los tamaños de 4.75 mm a 19.0 mm.

Una elección incorrecta, puede resultar en un concreto susceptible de producir segregación o alveolado debido a un exceso de agregado grueso o en un concreto de baja densidad y alta demanda de agua provocada por un exceso de agregado fino. Normalmente el agregado fino ocupa del 25% al 35% del volumen del agregado total. Para un acabado terso, se puede usar un porcentaje de agregado fino respecto del agregado total ligeramente mayor que para un acabado con agregado expuesto, pero ambos utilizan un menor contenido de agregado fino que las mezclas con granulometría continua. El contenido de agregado fino depende del contenido del cemento y del tipo de agregado.

Para mantener la funcionalidad normalmente se requiere de inclusión de aire puesto que las mezclas con granulometría discontinua con revenimiento bajo hacen uso de un bajo porcentaje de agregado fino y a falta de aire incluido producen mezclas ásperas.

Se debe evitar la segregación de las mezclas con granulometría discontinua, restringiendo el revenimiento al valor mínimo acorde a una buena consolidación. Este puede variar de cero a 7.5 cm dependiendo del espesor de la sección, de la cantidad de refuerzo, y de la altura de colado.



Si se requiere una mezcla áspera, los agregados con granulometría discontinua podrían producir mayores resistencias que los agregados normales empleados con contenidos de cemento similares. Sin embargo, cuando han sido proporcionados adecuadamente, estos concretos se consolidan fácilmente por vibración

Sistema S.A.R.E.

Es una programación diseñada en formato Excel 2010 con el fin de recolectar las actividades relacionadas con el mantenimiento realizado en cantera Con-Piedra C.A., el desarrollo de este sistema fue diseñado dentro de la organización adecuándolo lo más ajustado posible a las actividades específicas que se realizan en la planta. Tiene la capacidad de generar órdenes de trabajo específicas de mantenimiento, contiene actividades como una breve programación de las mismas, incluye información generalizada de los equipos, posee ilustraciones de la planta para poder ubicar la información de las diferentes áreas de trabajo, algunos manuales de instalación de los equipos de trituración y el despiece por partes de los mismos junto con sus números de partes.

Es un sistema que se ha venido implementando recientemente y alimentando continuamente con nueva información, se ha ido refinando las actividades y desglosando las mismas con el fin tener todas las alternativas de fallos de los equipos previamente controladas y programadas.



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo expone y sustenta sistemáticamente, desde el punto de vista teórico, el Plan de Mantenimiento para el establecimiento de las frecuencias en el cual se debe asistir a los equipos mecánicamente para mantener su buen funcionamiento dentro de la cantera Con-Piedra C.A.

Mantenimiento

El mantenimiento consiste en disminuir fallas en proceso continuo, iniciando en la etapa inicial de todo proyecto y asegurando la disponibilidad planificada a un nivel de calidad dado, al menor costo de las recomendaciones de garantía y usos de las normas de seguridad y medio ambiente aplicables.



Objetivos del Mantenimiento

El objetivo más importante de cualquier programa de mantenimiento es la eliminación de algún desarreglo de la máquina. Muchas veces una avería grave causara daños serios periféricos a la máquina, incrementando los costos de reparación. Una eliminación completa no es posible en la práctica en ese momento, pero se le puede acercar con una atención sistemática en el mantenimiento.

El segundo propósito del mantenimiento es poder anticipar y planificar con precisión sus requerimientos. Eso quiere decir que se pueden reducir los inventarios de almacén y que se puede eliminar la parte principal del trabajo en tiempo extra. Las reparaciones a los sistemas mecánicos se pueden planificar de forma ideal durante los paros programados de la planta.

El tercer propósito es de incrementar la disponibilidad para la producción de la planta, por medio de la reducción importante de la posibilidad de un paro durante el funcionamiento de la planta, y de mantener la capacidad operacional del sistema por medio de la reducción del tiempo de inactividad de las maquinas críticas. Idealmente, las condiciones de operación de todas las maquinas se deberían conocer y documentar.

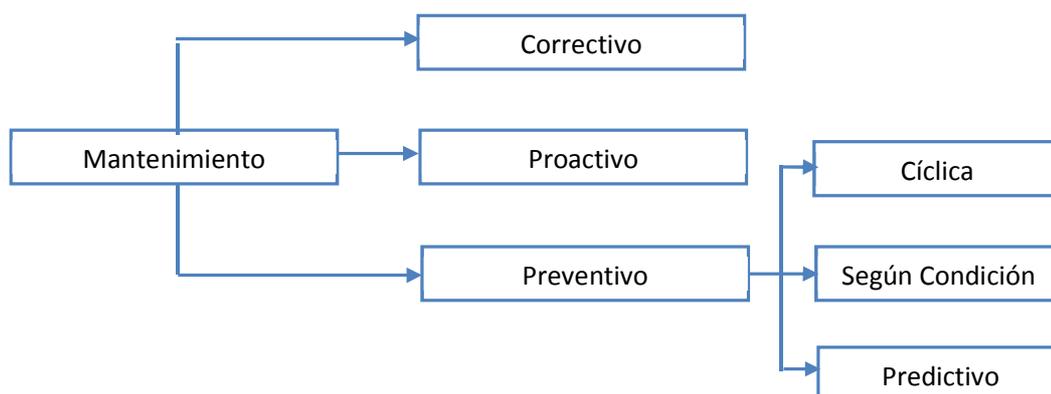
El último propósito del mantenimiento es de permitir al personal de mantenimiento el trabajar durante horas de trabajos predecibles y razonables.

Estrategias de Mantenimiento

Es el análisis que se realiza para establecer los tipos de mantenimiento que permitan maximizar la disponibilidad de la instalación, al menor costo.

En la Fig. 1 se dan a conocer los distintos tipos de mantenimientos que existen en la actualidad con el propósito de tener una cierta perspectiva de estos.

Gráfica 1-Tipos de Mantenimientos Existentes



Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo, también conocido como Runto Failure, consiste simplemente en una estrategia de “reparar lo dañado”, usualmente tiene asociado bajos niveles de planificación del mantenimiento y excesivos

niveles de inventario de repuestos y mano de obra como forma de resguardar la continuidad de los procesos productivos. La utilización exclusiva de esta estrategia de mantenimiento generalmente es insuficiente y puede representar costos extremadamente significativos si los tiempos medios de reparación se dilatan producto de la propagación de fallas o stock-out de repuestos.

Es relevante que el mantenimiento correctivo es, comúnmente, el más deficiente en cuanto a la seguridad de los operadores, si se comparan con otras estrategias que utilizan herramientas preventivas y predictivas de fallas.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo surge como respuesta para superar las insuficiencias propias del mantenimiento correctivo. Su objetivo es reducir la probabilidad de ocurrencia de falla evitando detenciones repentinas en la producción. Esta estrategia posee una gama de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y reemplazo de equipos basadas en el tiempo de operación o la etapa en el ciclo de vida en que se encuentran. Las técnicas de mantenimiento preventivos se enmarcan dentro del *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)* y otras basadas en *Life Cycle Cost (LCC)* tales como *Times Based Maintenance (TBM)* y *Times Based Discard (TBD)*.

Las ventajas del mantenimiento preventivo respecto al correctivo son las siguientes:

- Permite planificar las actividades de mantenimiento y, por lo tanto, determinar los requerimientos de recursos humanos y materiales (partes, piezas y herramientas).



- Puede reducir los costos de fallas puesto que se enfoca en evitar la ocurrencia de estos eventos.
- Minimiza el tiempo en reparación de los equipos al desarrollarse las tareas de mantenimiento de manera planificada.
- La seguridad de los operadores se ve incrementada al reducir los eventos de falla.

Actividades que se realizan dentro del mantenimiento preventivo

- Inspección: Esta función consiste en detectar mediante las inspecciones periódicas, fallas incipientes o avanzadas que puedan traer como consecuencia el paro imprevisto de los equipos.
 - Inspección rutinaria: Se caracteriza por efectuarse con el equipo en operación.
 - Inspección especial: Se caracteriza porque se necesita efectuarse con el equipo fuera de operación.
- Planificar: Se refiere a las acciones llevadas a cabo para realizar planes y proyectos de diferente índole. En este proceso se pueden cambiar muchas cosas con el tiempo ya que una planificación tiene que ser exacta en lo que se quiere lograr; para que quede como se desea.
- Ejecutar: Poner en marcha el plan mantenimiento preventivo.



- Controlar: Adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el plan de mantenimiento preventivo.

Características del mantenimiento preventivo

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.



Mantenimiento Cíclico

El mantenimiento cíclico de mantención es la forma más básica de realizar mantenimiento preventivo, ya que las intervenciones se ejecutan de manera establecida según fechas (calendario) o según edad (horas de operación), siendo esta última una forma algo más evolucionada que la primera. Más allá de las intervenciones de carácter rutinario, esta forma de mantención tiene sentido solo durante la fase de desgaste del equipo, ya que para el resto de las etapas, es necesario diagnosticar para decidir la conveniencia de intervenir, en cuyo caso estaríamos en presencia de una mantención preventiva según condición o del tipo predictiva.

Mantenimiento Según Condición y Predictivo

El mantenimiento basado en condición (CBM) consiste en el control de los activos industriales a través del monitoreo de parámetros representativos del rendimiento o condición de un equipo. Esta estrategia supone la definición de un rango aceptable de operación para cada parámetro observado y el monitoreo de su valor instantáneo o periódico según sea necesario. El mantenimiento se realiza cuando una variable de control presenta valores que exceden los límites aceptables de operación y no necesariamente en respuesta a una detención o falla verificada en el equipo. Un aspecto importante es que se puedan definir distintos estados de rendimiento dentro del rango aceptable de operación, lo que permite realizar un seguimiento y predecir la condición segura del equipo. En este caso, estaríamos en presencia del Mantenimiento Predictivo, ya que a diferencia de la “Según Condición”, en que la intervención se realiza cuando se alcanza



un nivel crítico establecido, en la predictiva, a través del comportamiento de una variable en el tiempo es posible modelar y predecir la condición futura y así decidir el tiempo para la intervención.

Esta estrategia es aplicable a modos de fallas críticos donde cuyo costo de falla justifica una inversión efectiva en equipamiento, si está disponible, y personal para el control de los procesos productivos por sobre estrategias de mantenimiento de tipo preventivo.

Mantenimiento de Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.



Mantenimiento por Averías

Es el conjunto de acciones necesarias para devolver a un sistema y/o equipo las condiciones normales operativas, luego de la aparición de una falla. Generalmente no se planifica ni se programa, debido a que la falla ocurre de manera imprevista.

Parámetros de mantenimiento

Los parámetros de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las labores y servicios prestados por empresa.

Disponibilidad

Es el porcentaje del tiempo analizado, en el cual el equipo está disponible para producir. Con este porcentaje se puede tomar en consideración lo siguiente:

- Expresa el tiempo que el equipo está disponible para producir.
- Debe ser solo mayor que la disponibilidad necesaria si el equipo no es de operación continúa.
- Para equipos de operación continua difícilmente llegue al 100%, siempre será algo menor, pero lo mayor posible.

Desde el punto de vista matemático la disponibilidad se calcula de la siguiente manera:

$$DISP = \frac{Hrs. Periodo - \sum Hrs. Mtto}{Hrs. Periodo}$$

Para las *Hrs. Periodo*: Calculamos las horas entre las fechas seleccionadas.

Para las *Hrs. Mtto* : Sumamos todas las horas de parada en las ordenes de trabajo.

Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo pueda operar sin fallas durante un período estipulado. Es posible lograr una confiabilidad del 100%, más aún cuando los equipos no son de uso continuo, o pertenecen a un sistema redundante.

$$CONF = \frac{Hrs. Periodo - \sum Hrs. Mtto Corr.}{Hrs. Periodo}$$

Para las *Hrs. Periodo*: Calculamos las horas entre las fechas seleccionadas.

Para las *Hrs. Mtto Corr* : Sumamos todas las horas de parada en las ordenes de trabajo correctivas.

Tiempo promedio entre fallos (TPEF)

El tiempo promedio entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo



medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el TPEF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información.

La ecuación utilizada para el cálculo del TPEF.

$$TPEF = \frac{HorasdeMarcha}{CantidaddeCorrectivos}$$

Dónde:

Horas de Marcha: Tiempo transcurrido antes de la falla.

Cantidad de Correctivos: Numero de fallas.

Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.



Objetivo del Análisis de Criticidad

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

- Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (Operacionales y de Mantenimiento)
- Tiempo promedio de reparación
- Frecuencia de falla

El establecimiento de criterios se basa en los seis (6) criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de



ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

Aplicación del Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

En el Ámbito de Mantenimiento

Al tener plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.



En el Ámbito de Inspección

El estudio de criticidad facilita y centraliza la implantación de un programa de inspección, dado que la lista jerarquizada indica donde vale la pena realizar inspecciones y ayuda en los criterios de selección de los intervalos y tipo de inspección requerida para sistemas de protección y control (presión, temperatura, nivel, velocidad, espesores, flujo, etc.), así como para equipos dinámicos, estáticos y estructurales.

En el Ámbito de Materiales

La criticidad de los sistemas ayuda a tomar decisiones más acertadas sobre el nivel de equipos y piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de planta, es decir, podemos sincerar el stock de materiales y repuestos de cada sistema y/o equipo logrando un costo óptimo de inventario.

En el Ámbito de Disponibilidad de Planta

Los datos de criticidad permiten una orientación certera en la ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de inversión de capital y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor impacto total, que será aquella con el mayor nivel de criticidad.



En el Ámbito de Personal

Un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentra las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

Implementación del Estudio de Criticidad

Es conocido por todos que la criticidad es el producto de las frecuencias de falla y las consecuencias surgidas, es decir que *Criticidad = Frecuencia x Consecuencia* y que las consecuencias son de diferente orden, Operacionales, Económicas y de Seguridad y Medio ambiente, por tanto la consecuencia está dada por la siguiente ecuación; *Consecuencia= (Impacto Operacional X Flexibilidad Operacional) + Impacto Seguridad Y Medio Ambiente*.

A continuación se muestran los factores involucrados y como los convertiremos en cifras para obtener una medida base para ser evaluada o trasladada a una matriz de criticidad.

Frecuencia De Fallas

Como Su nombre lo indica es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un período de tiempo, que para



nuestro caso será de un año. Tendremos entonces 4 posibles calificaciones para este ítem;

- Alta: Más de 5 Fallas por año, al cual le daremos un valor de 4.
- Promedio: Entre 2 y 4 fallas por año, que tendrá un valor de 3.
- Baja: De 1 a 2 Fallas al año, con una calificación de 2.
- Excelente: Menos de 1 falla al año, que obtendrá un valor de 1.

Impacto Operacional

Entendiéndose como los efectos causados en la producción, evaluándolo de la siguiente forma:

- Parada Inmediata de toda la planta o línea de producción: Calificada con 10.
- Parada Inmediata de un sector de la línea de producción: Toma un valor de 6
- Impacta los niveles de Producción o calidad: Con un valor de 4
- Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo: Calificación 2.
- No genera ningún efecto significativo sobre la producción, las operaciones o la calidad: Calificación 1.

Flexibilidad Operacional

Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

- No existe opción de producción o respaldo: Valor 4



- Existe opción de respaldo compartido: Valor 2
- Existe opción de respaldo: Valor 1

Impacto de Seguridad y Medio Ambiente

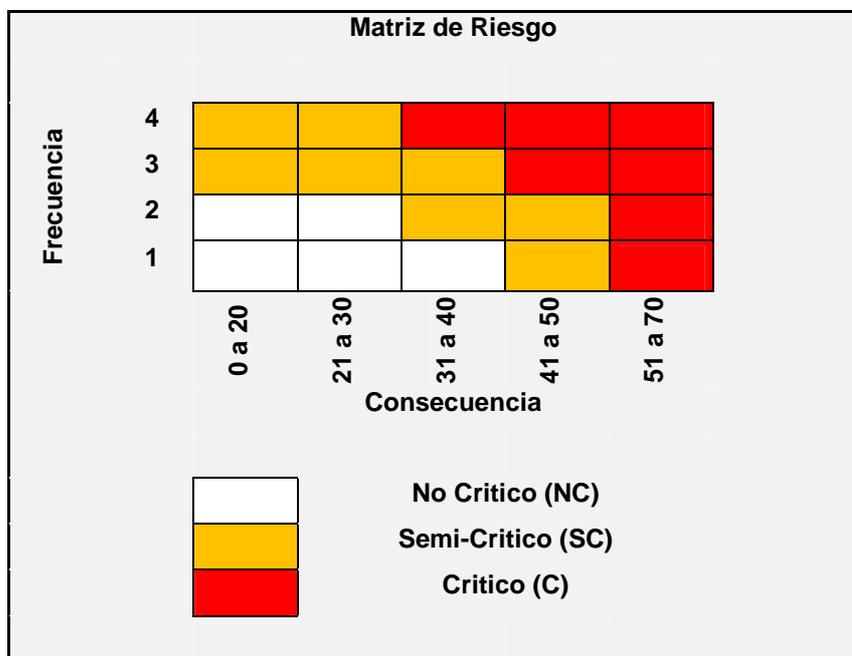
Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente.

- Afecta la seguridad humana interna o externa a la planta: Toma un valor de 40
- Afecta el medio ambiente produciendo daños severos: Toma un valor de 32
- Afecta las instalaciones causando daños severos: Toma un valor de 24
- Provoca accidentes menores al personal interno: Toma un valor de 16
- Provoca un efecto ambiental pero no infringe las normas: Toma un valor de 8
- No provoca ningún daño a las personas o el medio ambiente: Toma un valor de 0

Matriz de Criticidad

Es la representación gráfica de los cálculos realizados con el fin de visualizar de forma más clara y rápida las jerarquizaciones de las áreas o equipos en estudio que se deben atacar con mayor ímpetu para eliminar las ocurrencias de fallas más críticas.

Grafica 2 - Representación Gráfica de los Parámetros de Criticidad.



Fuente: Elaboración Propia

Desviación Estándar

La desviación estándar o desviación típica (denotada con el símbolo σ ó S) es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva.

Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que presentan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad al momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

Formula de la varianza:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Por la formulación de la varianza podemos pasar a obtener la desviación estándar, tomando la raíz cuadrada positiva de la varianza. Así, si efectuamos la raíz de la varianza muestral, obtenemos la desviación típica muestral; y si por el contrario, efectuamos la raíz sobre la varianza poblacional, obtendremos la desviación típica poblacional.

Expresión de la desviación estándar muestral:

$$\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dónde:

σ : Desviación Estándar x_i : Valor de estudio

\bar{x} : Media Aritmética

n : Cantidad de Muestra



Interpretación de la Desviación Estándar

La desviación estándar es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el "promedio" o variación esperada con respecto a la media aritmética.

Políticas de Mantenimiento

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un plan de operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programa en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido. A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.



- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.
- Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:
 - Los equipos que han sido objeto de mantenimiento.
 - El resultado de la evaluación de dichos equipos.



- Tiempo real que duro la labor.
- Personal que estuvo a cargo.
- Inventario de piezas y repuestos utilizados.
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento.



CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Estudio de la Investigación

El tipo de estudio de la investigación será no experimental, porque las actividades se realizarán sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, no se hace variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación es observar fenómenos tal y como dan en su contexto natural; situaciones ya existentes, para después analizarlos.

Diseño de la Investigación

Será de forma descriptiva, porque se caracterizan los trabajos con datos primarios, obtenidos directamente de la realidad donde acontecen los hechos investigados, es decir, este método permite buscar, indagar la situación actual del método de trabajo que se lleva a cabo en la empresa.

Lo afirmado se sustenta en lo expresado por **Tamayo, M. (1995)** quien señala que la investigación descriptiva: “Es aquella que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta” (**pág. 20**).

También será de campo, ya que, este tipo de investigación está basado en métodos o técnicas que permiten recaudar datos en forma directa de la realidad donde se presentan, es decir, el campo de trabajo donde se aplicará la solución del problema planteado.

Tamayo, M. (1995) indica que diseño de campo es cuando: “Los datos se recogen directamente de la realidad, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas”. (**pág. 33**).

Población y Muestra

La población corresponde al área de cantera Con-Piedra C.A., conformada por todos sus dispositivos de producción y personal que labora en la empresa. La muestra corresponde a los equipos fijos de trituración de piedra que se encuentran en la planta de trituración.

Lo expresado anteriormente se sustenta tomando el criterio de Pérez A. (2004) donde define la población “... “Como el conjunto finito o infinito de unidades de análisis, individuos, objetos o elementos que se someten a estudios”. El mismo autor plantea “La Muestra es la proporción, un subconjunto de la población que selecciona el investigador de las unidades



de estudios, con la finalidad de obtener información confiable y representativa”.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Observación Directa

Constituirá la principal fuente de información, ya que permite visualizar todas las actividades que se llevan a cabo para de esta manera detectar las condiciones en las cuales se dan las eventualidades relacionadas con la investigación a realizar.

Según **Sabino C. (2000)** expresa que la observación directa “Consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que deseamos estudiar, en otras palabras, observar científicamente es percibir activamente la realidad exterior, orientados hacia la recolección de datos previamente definidos en la búsqueda de información que necesitamos para un problema de investigación.” **(Pág. 120)**

Entrevistas No Estructuradas

De esta manera se obtendrá la información, opiniones, referencias y conocimientos técnicos realizando entrevistas no estructuradas al Jefe del área de trabajo como también a las personas involucradas o que tengan el conocimiento suficiente sobre el tema en estudio, que permitirán la familiarización y la obtención de información precisa y detallada de las actividades que se ejecutan en el área de trabajo, pues así; **Según Gary**



Dessler (2001) expresa “Que en la entrevista no estructurada tipo charla, el entrevistador profundiza en sus puntos de interés a medida que se van presentando las respuestas a sus preguntas”(**Pág. 216**).

Recursos Físicos

- Hojas blancas o formato de Seguimiento y lápices: Se utilizara en la recolección de datos durante la observación directa de las actividades para la descripción de los procesos, así como también en las entrevistas realizadas al personal del área operativa.
- Microsoft Word: Se maneja este recurso para la redacción del trabajo de grado realizado en la empresa Con-Piedra C.A.
- Microsoft Excel 2010: El manejo de esta herramienta será con el fin de manipular la información para su programación y hacer sencilla la lectura de los datos deseados y necesarios para el mantenimiento de los equipos a tratar, además con la finalidad de complementar el sistema S.A.R.E. utilizado en la empresa.
- Sistema S.A.R.E.: Se recurrir al sistema utilizado en la empresa Con-Piedra C.A. ya que posee información relevante respecto al mantenimiento actual de los equipos que se encuentran operativos en la planta.



- Planillas de control: Se acudir  a este recurso para la recolección de información del histórico de las fallas de cada equipo a través del tiempo en la empresa Con-Piedra C.A.
- Manuales: La consulta de estos escritos ayudara a la compresión del funcionamiento de los equipos y dará noción del mantenimiento general que se le deben hacer a cada uno de ellos y se tendrá un basamento del fabricante para la toma de decisiones de frecuencias de mantenimiento.
- Bitácoras: Se mantendrá un fiel contacto con este recurso ya que en él se registran todas las acciones realizadas en el día a día en la planta Con-Piedra C.A. con respecto a todo lo que tenga relación a la producción y aporta información relevante sobre los equipos de trituración de piedra.

Recurso Humano

- Un (1) Asesor Académico: Ingeniero Industrial.
- Un (1) Asesor Industrial: Ingeniero Mecánico.
- Un (1) Asesor en supervisión: Técnico Mecánico.
- Un (1) Planificador de Mantenimiento: Ingeniero Mecánico.



Procesamiento de la Información

El procedimiento que se establecerá para la realización de esta investigación será la siguiente:

- Se consultará a manuales de inducción de la empresa, bibliografías, prácticas y métodos operativos de trabajo, etc., con el fin de obtener la información teórica necesaria para la realización del estudio.
- Se describirán los diferentes problemas que acarrearán el no utilizar un plan de mantenimiento a través de un diagrama causa-efecto.
- Se recolectará información a través de las entrevistas y observación directa.
- Se revisarán las bitácoras de meses anteriores hasta la actualidad con el fin de establecer un periodo de tiempo para obtener una cantidad de datos confiable.
- Se determinará la disponibilidad de los equipos fijos de trituración de piedra para producir.
- Se recopilará las cantidades de mantenimientos correctivos en un determinado periodo de tiempo.
- Se determinará la confiabilidad de los equipos fijos de trituración de piedra.



- Se describirán todas las actividades de mantenimiento que se realizan a los equipos de trituración de piedra y se agregaran al sistema S.A.R.E. en caso de no poseerlas o que necesiten actualización en cuanto a nuevos dispositivos de trabajo o códigos de referencia.
- Se establecerá una frecuencia de asistencia de mantenimiento revisando el histórico de los equipos en cuanto a los mantenimientos que se le han realizado como también por las recomendaciones del fabricante estudiando por separado los componentes del dispositivo de acuerdo al tipo de desgaste al cual está sometido.
- Se diseñara un formato de control realizando una programación en Excel 2010 para registrar las actividades de lubricación por cada equipo fijo de trituración de piedra operativo en cantera Con-Piedra C.A.
- Se realizará un estudio estadístico para determinar la desviación estándar de cada frecuencia de mantenimiento.
- Se realizará un análisis de criticidad a los equipos de trituración de piedra para determinar las causas que tienen un mayor impacto en los equipos de planta.
- Se elaborará la programación con todas las frecuencias establecidas con un sistema de alarma para la realización del mantenimiento y serán anexadas al sistema S.A.R.E. como complemento de trabajo.



CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo muestra el escenario general de las condiciones en que se encuentra la planta cantera Con-Piedra C.A. con respecto a las operaciones y a los mantenimientos realizados a los equipos fijos de trituración de piedra.

Elementos de Planta

A continuación se presenta la Tabla 1, donde se muestra los elementos de planta involucrados en la investigación, la cantidad instalada en planta y la nomenclatura utilizada por la empresa para su identificación:

Tabla 1 - Codificación General de los Equipos del Área de Trituración Primaria y Secundaria de Cantera Con-Piedra C.A.

TRITURACIÓN PRIMARIA						
ITEM	DESCRIPCION DE TRABAJO A REALIZAR	Nro. Equipo	Centro de Costo		UNIDAD	ESTADO
1	Triturador Primario Mandíbula - Telsmith - 44'*48'	# 07010	Trituración Primaria	# 000320	92	Operativo

Tabla 1 – Codificación General de los Equipos del Área de Trituración Primaria y Secundaria de Cantera Con-Piedra C.A (Continuación)

2	Vibro alimentador Primario – Grizly – 48’*18’	# 07011	Trituración Primaria	# 000320	92	Operativo
3	Banda # 01	# 07012	Trituración Primaria	# 000320	92	Operativo
TRITURACIÓN SECUNDARIA						
Item	Equipos	Nro. Equipo	Centro De Costo	Unidad	Estado	
1	Vibro alimentador Secundario Syntron F-480-Cdt	# 07020	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
2	Banda # 02	# 07021	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
3	Criba # 01 - Telsmith - Simplicity 5’*12’	# 07022	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
4	Banda # 03 (Mezcla)	# 07023	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
5	Molino 57s - Telsmith - Gyrasphere 57s	# 07024	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
6	Banda # 04	# 07025	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
7	Banda # 05	# 07026	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
8	Criba # 02 - Nordberg - Simplicity 8’*20’	# 07027	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
9	Banda #10 (Transferencia)	# 07028	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
10	Molino 44fc - Telsmith - Gyrasphere 44fc	# 07029	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
11	Molino 489 - Telsmith - Gyrasphere 489	# 07030	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
12	Banda # 06	# 07031	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo



Tabla 1 – Codificación General de los Equipos del Área de Trituración Primaria y Secundaria de Cantera Con-Piedra C.A (Continuación)

13	Banda # 07	# 07032	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
14	Banda # 08	# 07033	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
15	Banda # 09	# 07034	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo
16	Reductores	# 07035	Trituración Secundaria	# 000321	92	Operativo

Fuente: Sistema S.A.R.E_ Con-Piedra C.A.

En resumen se obtiene lo siguiente:

Tabla 2-Resumen de los equipos fijos de Cantera Con-Piedra C.A.

Descripción	Cantidad
Conos de trituración	2
Cribas clasificadoras	2
Bandas transportadoras	10
Vibro alimentadores	2
Mandíbula trituradora	1
Motores reductores	9

Fuente: Tabla 1

Definición del Trabajo y Especificaciones Técnicas de los Equipos Fijos de Cantera Con-Piedra C.A.

A continuación se presenta la definición y las fichas técnicas de los componentes que constituyen a cada uno de los elementos de planta externa. En éstas se muestran las especificaciones técnicas, descritas en sistema S.A.R.E.

Conos de Trituración

Estos son equipos formados por materiales de gran resistencia y acero, el primer cono triturados serie 57S, es capaz de procesar 650 Ton/Hry llevar las dimensiones del mineral hasta 2" pulg. de diámetro y el segundo cono triturador es un 44 FC con capacidad de procesar 290 Ton/Hr. y reducir el mineral proveniente del 57S a 1" pulg. de diámetro, en si su función es disminuir el diámetro de la materia prima que es la piedra a las especificaciones deseadas para el consumo de los diferentes consumidores.

En la tabla3 se presenta las especificaciones técnicas de los conos de trituración descritas por el sistema S.A.R.E.:

Tabla 3- Ficha Técnica del Cono 57S

CONO 57	
MARCA	TELSMITH
MODELO	57S
POTENCIA	300 HP
AMPERAJE PLACA	354 AMP
AMPERAJE VACÍO	120,11 AMP
AMPERAJE CARGA	141,3 AMP
CAPACIDAD	650 T/H
ABERTURA	2"

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Tabla 4- Ficha Técnica del Cono 44FC

CONO 44	
MARCA	TELSMITH
MODELO	44FC
POTENCIA	250 HP
AMPERAJE PLACA	296 AMP
AMPERAJE VACÍO	94,3 AMP
AMPERAJE CARGA	137,63 AMP
CAPACIDAD	290 T/H
ABERTURA	1"

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Cribas Clasificadoras

Las cribas vibratorias son utilizadas para la clasificación y selección de la piedra procesada en cantera Con-Piedra C.A., estas reciben el material y lo sub-dividen dependiendo de las especificaciones deseadas para la producción y el material que no esté acorde con las dimensiones deseadas va pasando por diferentes niveles dentro de la criba para ser enviado a su respectivo destino, donde estos podrían ser: hacia la cinta polvillo o mezcla, la cinta de dos pulgadas (B-8), la cinta de una pulgada (B-9), cinta de arrocillo (B-7), la cinta cuatro (B-4) o a la banda de transferencia (C-TR). Todo esto es posible a través de los cedazos que actúan como “coladores” ubicados de forma plana a diferentes niveles y a diferente altura dentro de las cribas.

En la tabla 5 y 6 se presenta las especificaciones técnicas de las cribas descritas por el sistema S.A.R.E.:

Tabla 5-Ficha Técnica de la Criba #1

CRIBA	
MARCA	TELSMITH
MODELO	5' * 12' DD
POTENCIA	25 HP
AMPERAJE PLACA	32,7 AMP
AMPERAJE VACÍO	14,8 AMP.
AMPERAJE CARGA	16,5B AMP.
TON/H NOMINAL	200

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Tabla 6-Ficha Técnica de la Criba #2

CRIBA	
MARCA	NORDBERG
MODELO	8' * 20' DDD
MOTOR DERECHO	
POTENCIA	40 HP
AMPERAJE PLACA	49 AMP
AMPERAJE VACÍO	25,4 AMP
AMPERAJE CARGA	28,5 AMP
MOTOR IZQUIERDO	
POTENCIA	40 HP
AMPERAJE PLACA	49 AMP
AMPERAJE VACÍO	14 AMP.
AMPERAJE CARGA	15,5 AMP

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.



Bandas Transportadoras

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Las cintas ubicadas en la planta son un poco más complejas que la definición básica, estas cintas poseen rodillos auto limpiantes, rodillos de retorno, rodillos de impacto, motor reductor y estaciones de carga donde prácticamente todas estos elementos se encuentran en cada una de las cintas y solo difieren en las cantidades de dispositivos que cada una posee ya sea por el largo de la estructura donde la cinta se encuentre, la inclinación, el impacto que recibe al trasladar el material, velocidad y material a trasladar, la única excepción se encuentra en la cinta #1 donde se encuentran unos dispositivos extras tales como los rodillos de tensión, rodillo de contra peso y el rodillo colgante.

Se ha ilustrado solo la ficha técnica de la cinta #1 y #2 ya que, la primera cinta es la que presenta una diferencia en los equipos con respecto a las demás cintas de la planta, cabe destacar que los elementos de las demás cintas mantienen el mismo esquema y solo difieren en cantidades y dimensiones.

En la tabla 7 y 8 se presenta las especificaciones técnicas de las cintas transportadoras descritas por el sistema S.A.R.E.:

Tabla 7-Ficha Técnica de la Cinta #1

CINTA #1				
RODILLOS				
	EJE		TAMBOR	
	Diámetro eje	Longitud eje	Diámetro Tambor	Longitud Tambor
RODILLO DE COLA	2 7/8"	14"	17 1/2"	37 11/16"
RODILLO MOTRIZ	3 7/16"	8"	31"	38"
RODILLO DE IMPACTO	2 1/16"	2 1/8"	4 13/16"	15 1/2"
RODILLO TENSOR #1	2 15/16"	-	-	-
RODILLO TENSOR #2	2 15/16"	-	-	-
RODILLO CONTRAPESO	2 15/16"	-	-	-
RODILLO DE CARGA	2 1/8"	1/2"	5 1/8"	15 7/8"
RODILLO AUTO LIMPIANTE	-	10"	31"	38"
ESTRUCTURA				
ESTACIÓN DE CARGA	47"			
ESTACIÓN DE RETORNO	47"			
CORREAS	2			
BANDA				
N° CAPAS	4			
LARGO	-			
ANCHO	36"			
REDUCTOR				
DIÁMETRO POLEA REDUCTOR	14"			
DIÁMETRO POLEA MOTOR	10 6/16"			

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Tabla 8-Ficha Técnica de la Cinta #2

CINTA #2				
RODILLOS				
	EJE		TAMBOR	
	Diámetro eje	Longitud eje	Diámetro Tambor	Longitud Tambor
RODILLO DE COLA	2 5/8"	6 1/2"	16 1/2"	49"
RODILLO MOTRIZ	3 1/16"	10 1/2"	29"	49"
RODILLO DE IMPACTO	1 1/2"	2"	4 7/8"	15 1/2"
RODILLO DE CARGA	3/4"	3/4"	5"	14 1/2"
RODILLO AUTO LIMPIANTE	3/4"	3/4"	5 7/8"	39 1/2"
ESTRUCTURA				
ESTACIÓN DE CARGA	34			
ESTACIÓN DE RETORNO	13			
CORREAS	2			
BANDA				
N° CAPAS	4			
LARGO	-			
ANCHO	36 1/8"			
REDUCTOR				
DIÁMETRO POLEA REDUCTOR	22 1/4"			
DIÁMETRO POLEA MOTOR	9 1/2"			

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Vibro Alimentador

El vibro alimentador se utiliza para transferir los materiales de gran tamaño uniformemente, periódicamente y continuamente hacia la trituradora

o cintas transportadoras para mantener el flujo de la producción, en la planta se utiliza para alimentar al triturador de mandíbula en el primario y a la cinta #2 en el secundario, en ambos casos el equipo se encuentra parcialmente bajo tierra para remover el material mediante vibraciones y hacerlo pasar por una “mesa” (grizly) para hacerlo llegar al punto de alimentación de forma uniforme.

En la tabla9 se presenta las especificaciones técnicas del Vibro Alimentador descritas por el sistema S.A.R.E.:

Tabla 9 - Ficha Técnica Vibro Alimentador

VIBRO ALIMENTADOR	
MARCA	GRIZLY
MODELO	48” *18”
POTENCIA	60 HP
AMPERAJE PLACA	67 AMP
AMPERAJE VACÍO	24,2 AMP.
AMPERAJE CARGA	28,4 AMP.
TON/H NOMINAL	375 T/H
T/H REAL	200 T/H

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Mandíbula Trituradora

Es un equipo de carcasa de acero al igual que muchos de sus elementos ya que es el primer paso para la reducción de la piedra, su

nombre de mandíbula trituradora se debe a dos placas que actúan como tales, una siendo fija y la otra móvil, donde esta última realiza el movimiento de “mandíbula” aprisionando la piedra contra la placa fija, para esto el equipo está bien anclado y fijado ya que realiza movimientos de gran fuerza.

En la tabla10 se presenta las especificaciones técnicas de la Mandíbula Trituradora descritas por el sistema S.A.R.E.:

Tabla 10 - Ficha Técnica Mandíbula Trituradora

TRITURADORA DE MANDÍBULA	
MARCA	TELSMITH
MODELO	D 48" *48"
POTENCIA	200 HP
AMPERAJE PLACA	67 AMP
AMPERAJE VACÍO	115,6 AMP.
AMPERAJE CARGA	129 AMP.
ABERTURA	7 "
T/H REAL	500-750 T/H
DIENTES MANDÍBULA FIJA	5
DIENTES MANDÍBULAMÓVIL	5
PESO PROMEDIO EN LIBRAS	102.000

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Motores Reductores

Estos equipos son utilizados para reducir de forma segura y eficientes las velocidades de los dispositivos que lo utilizan, también transmiten su

fuerza de accionamiento a través de correas, Los motores reductores se suministran acoplando a la unidad reductora un motor eléctrico tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador. Cada motor contiene una potencia, revoluciones por minuto, y amperajes diferentes dependiendo de las exigencias de trabajo.

En la tabla 11 se presenta las especificaciones técnicas de la Mandíbula Trituradora descritas por el sistema S.A.R.E.:

Tabla 11 - Ficha Técnica Mandíbula Trituradora

MOTOR REDUCTOR CINTA #1		
Diámetro de Polea en Motor	9 13/16"	
Diámetro de Polea Reductor	14"	
Correas	3 (B-132)	
Tipo de Reductor	Dodge	TDT 825
Motor Eléctrico	48 HP	1765 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #2		
Diámetro de Polea en Motor	9 1/2"	
Diámetro de Polea Reductor	22"	
Correas	2 (C-153)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TA80.80ID
Motor Eléctrico	50 HP	1770 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #4		
Diámetro de Polea en Motor	7"	
Diámetro de Polea Reductor	10"	
Correas	2 (B-70)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TA.60.80D
Motor Eléctrico	15 HP	1750 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #5		
Diámetro de Polea en Motor	7"	

Tabla 11 - Ficha Técnica Mandíbula Trituradora (Continuación)

Diámetro de Polea Reductor	5"	
Correas	2 (C-102)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TD 125
Motor Eléctrico	40 HP	1775 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #6		
Diámetro de Polea en Motor	7 1/2"	
Diámetro de Polea Reductor	9"	
Correas	3 (B-86)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TA50.60ID
Motor Eléctrico	25 HP	1750 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #7		
Diámetro de Polea en Motor	8 1/2"	
Diámetro de Polea Reductor	12 3/4"	
Correas	3 (B-97)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TA50.60ID
Motor Eléctrico	25 HP	1750 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #8		
Diámetro de Polea en Motor	8 1/2"	
Diámetro de Polea Reductor	11 1/2"	
Correas	3 (B-97)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TA50.60ID
Motor Eléctrico	15 HP	1750 RPM
MOTOR REDUCTOR CINTA #9		
Diámetro de Polea en Motor	7"	
Diámetro de Polea Reductor	9 1/2"	
Correas	2 (B-97)	
Tipo de Reductor	Bonfiglioli	TA 60.80D
Motor Eléctrico	15 HP	1765 RPM

Tabla 11 - Ficha Técnica Mandíbula Trituradora (Continuación)

MOTOR REDUCTOR CINTA POLVILLO		
Diámetro de Polea en Motor	8 1/2"	
Diámetro de Polea Reductor	10"	
Correas	2 (B-86)	
Tipo de Reductor	Dodge	TXT 625 AT
Motor Eléctrico	15 HP	1760 RPM

Fuente: Sistema S.A.R.E. Con-Piedra C.A.

Evaluación de la Situación Actual de la Gestión de Mantenimiento en Cantera Con-Piedra C.A.

Para la evaluación de la situación actual de la gestión de mantenimiento se tomaron en cuenta los factores que influyen en la problemática planteada, basada en la alta tasa de falla presentada a partir del mes de enero del 2011, en esta evaluación se tomó en cuenta: la fuerza laboral actual, flota de vehículos actual disponible, dotación de herramientas, equipos y materiales por trabajador y las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo en Cantera Con-Piedra C.A.

Análisis del problema mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa o causa – efecto

Para analizar la situación actual del problema, se incurre en una tormenta de ideas que arroja las posibles causas que generan el incremento

de los daños en los equipos de trituración de piedra de cantera Con-Piedra C.A. (Ver Figura 1)

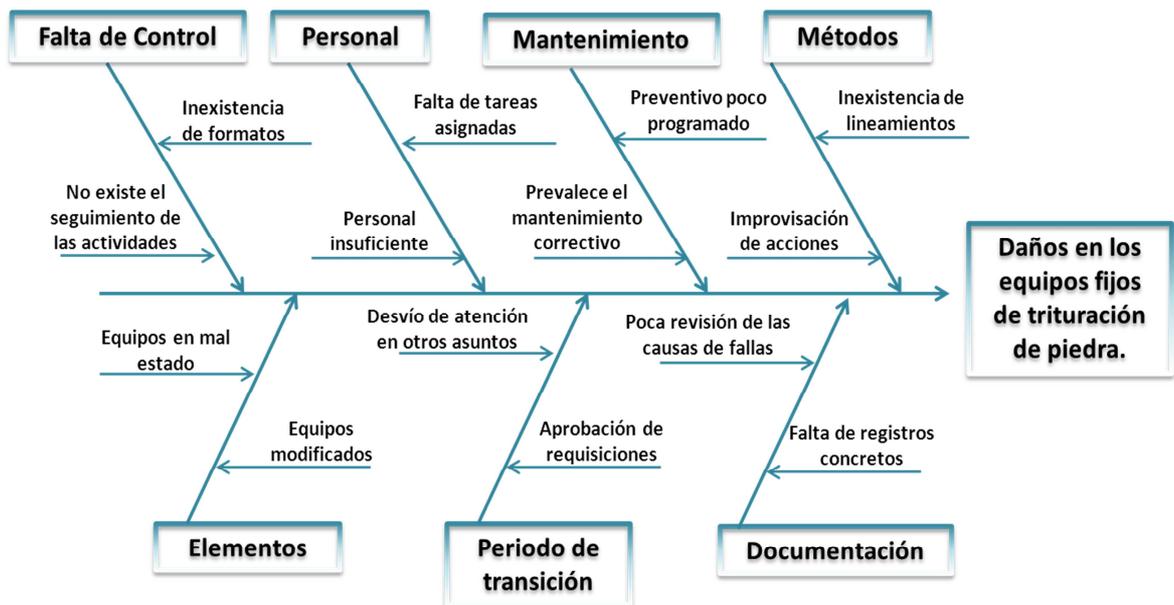


Figura 1- Diagrama Causa-Efecto de la situación actual que ocasionan los daños en los equipos fijos de trituración de piedra.

Fuente: Elaboración propia

Fuerza Laboral

A continuación se presenta el personal con que cuenta Cantera Con-Piedra C.A. para realizar las labores de mantenimiento en la planta, definiendo: Cargo, edad, grado de instrucción y antigüedad en la empresa.

Tabla 12 - Personal Fijo en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.

PERSONALDE ÁREA DE PLANTA				
Cargo	Nº	EDAD	GRADO DE INSTRUCCIÓN	ANTIGÜEDAD
Ayudante de Primario	1	29	Bachiller	1 Año
Roquero	1	44	bachiller	8 Años
Mecánico	2	54,49	Bachiller, Técnico	34, 15 Años
Operador Secundario	3	31,29,34	Técnicos	4, 6, 4 Años
Operador Primario	2	62,26	Bachiller	5, 15, 8 Años
Soldador	1	65	Bachiller	13 Años
Electricista	1	28	Técnico	3 Años
Ayudante Secundario	1	30	Bachiller	3 Años
Coordinador de Actividades	1	36	Bachiller	5 Años
Jefe de Planificación de Minería	1	34	Ingeniero	2 Años
Planificador	1	27	Ingeniero	6 Meses
Ejecutor de Mantenimiento	1	32	Técnico	7 Años
Jefe de Planta	1	35	Ingeniero	2 Años
Seguridad Industrial	1	29	Ingeniero	1 Año
TOTAL	18			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se observa que Cantera Con-Piedra C.A. cuenta con solo dos (2) mecánicos y un (1) soldador para las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, los cuales no se dan abasto con el cúmulo de averías entrantes que se generan, es por ello que deben acudir a personal contratado de la cooperativa FAMVER y la adquisición de empresas que prestan servicio de mantenimiento para actividades mayores.

En la tabla 13 se presenta al personal contratado de FAMVER que labora continuamente en la empresa Con-Piedra C.A.

Tabla 13 - Personal Contratado en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.

PERSONAL FAMVER				
Cargo	Nº	EDAD	GRADO DE INSTRUCCIÓN	ANTIGÜEDAD
Ayudante de Primario	1	25	Bachiller	1 Año
Ayudante Secundario	3	26,30,24	bachiller	2,5 y 6 Años
PERSONAL FAMVER				
Ayudante Soldador	1	30	Bachiller	3 Años
Limpieza	1	25	Bachiller	3 Años
TOTAL	6			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 14 se observa el rango de edades de los trabajadores de planta de Cantera Con-Piedra C.A.

Tabla 14 - Rango de edades de los Trabajadores en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.

RANGO DE EDADES		
RANGO	TRABAJADORES	PORCENTAJE
20-30	5	41,67 %
31-40	2	16,67 %
41-50	3	25 %
60-70	2	16,67 %

Fuente: Tabla 12 y 13



Científicamente, está demostrado que la fuerza muscular disminuye a medida que aumenta la edad. Según NIEBEL Y FREIVALDS, 2001 “La fuerza muscular parece tener un pico alrededor de los 25 años y después decrece linealmente de 20 a 25% para los años 60. La disminución de la fuerza se debe a la reducción de masa muscular y pérdida de fibras musculares.”. Basada en esta afirmación se observa que el 41,67% de los trabajadores sobrepasan los 40 años de edad, lo cual de una u otra manera puede afectar el desempeño de los mismos a la hora de realizar las labores de mantenimiento y aun mas importante los que poseen el cargo de mecánico sobrepasan los 50 años de edad, pues estas actividades requieren de un alto esfuerzo físico, habilidad y destreza, sin embargo, como se precisa en la tabla anterior lo que no se puede dejar a un lado son los años laborando en las instalaciones, donde entre ambos acumulan 49 años, lo cual no permite poner en duda el conocimiento y la experiencia adquiridas por los mismos.

Flota de Vehículos

Un elemento fundamental, es la dotación de vehículos por parte de la empresa, ya que su uso es primordial para el desplazamiento de los trabajadores y herramientas de trabajo hasta el lugar donde se presenta la falla, por esta razón se toma en cuenta la cantidad de vehículos.

En la tabla 18 se presenta el inventario de los vehículos de transporte que intervienen en las actividades de mantenimiento de la planta de Cantera Con-Piedra C.A.

Tabla 15 - Rango de edades de los Trabajadores en el Área de Planta de Cantera Con-Piedra C.A.

FLOTA	ESTATUS			
	Área de Planta		Área Técnica	
	Operativo	Inoperativo	Operativo	Inoperativo
Blazer	0	1	0	1
Toyota Hembra	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 15 de los (2) flotas de vehículos solo uno (1) se mantiene operativo mientras que la Blazer presenta múltiples fallas, esto afecta la movilidad más que todo de los equipos de trabajo, ya que son de elevado peso y deben recorrer aproximadamente 100 mts del depósito interno de Con-Piedra C.A. hasta el área de planta, por otra parte se encuentra el inconveniente de indisponibilidad ya que se debe desasistir alguna actividad y dirigirse al depósito general ubicado en SIMPCA matanzas a las afueras de Cantera Con-Piedra C.A., pues este es el abasto central donde llegan todos los pedidos realizados.

Materiales y Repuestos

Cantera Con-Piedra C.A., cuenta con un stock de materiales y repuestos que solo abastece las necesidades rutinarias o de menor impacto operacional para las actividades de mantenimiento, tomando en consideración que la dotación de recursos y repuestos de mayor peso, ya sea por costos principalmente o de importación, debe pasar por la central de



SIMPCA o CEMEX de Venezuela para la aprobación y ejecución de la adquisición del servicio o bien, pues esto genera cierto retraso para poder ejecutar el mantenimiento a tiempo por las siguientes razones:

- Algunas repuestos son importados
- Deben cotizar los servicios o materiales y estudiar las posibles opciones de compra
- Falta de seguimiento del estatus con respecto a la orden del pedido por la empresa
- Los materiales llegan en primera instancia al abasto de SIMPCA matanzas para ser registrado en el almacén general
- El departamento de almacén de SIMPCA matanzas se encuentra actualmente con una reestructuración respecto a nuevo personal, lo que influye en retraso mientras transcurre el periodo de adaptación de la nueva plantilla de trabajadores

Mantenimiento

La gerencia de mantenimiento no contaba con una persona que ocupara el cargo como tal, hasta hace poco en el mes de febrero del presente año (2012), fue designado al puesto, la persona que se encargará de la conducción de mantenimiento, esta persona anteriormente laboraba en la gerencia de planta Barcelona, antes de su llegada las actividades de mantenimiento eran dirigidas internamente por el planificador y ejecutor de mantenimiento solventando las averías que se generan diariamente de manera más frecuente de forma correctiva y los mantenimientos menores-mayores programados para las labores a gran escala.

Las órdenes de trabajo para el mantenimiento siguen el siguiente esquema de elaboración en paralelo:

Tabla 16 - Esquema de Elaboración de Cantera Con-Piedra C.A. para el Mantenimiento

PROCESO DE SOLICITUD	APROBACIÓN DE TRABAJOS
SOLICITUD DE TRABAJO	EJECUTOR MTTO
ORDEN TRABAJO	PLANIFICADOR DE MTTO
A.R.E.T.E	EJECUTOR / SUPERVISOR
PERMISO DE TRABAJO	SUPERVISOR S.H.A
EJECUCIÓN DE ACTIVIDAD	EJECUTOR / SUPERVISOR

Fuente: Cantera Con-Piedra C.A.

Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es el que prevalece en Cantera Con-Piedra C.A. dándose con mucha frecuencia en los equipos de trituración de piedra, a continuación se describe el proceso de solicitud de trabajo para tales mantenimientos:

Al detectarse alguna falla o avería en los equipos de trituración de piedra ya sea por un trabajador del área de planta o el ejecutor del mantenimiento, este último procede a generar la solicitud de trabajo (Ver Anexo1) indicando el área (Primario o Secundario) y equipo a ser intervenido describiendo la actividad a realizar junto con los equipos y materiales a utilizar, seguidamente el planificador de mantenimiento genera la orden de trabajo (Ver Anexo2) especificando el día de la ejecución de la actividad, el

tipo de mantenimiento a realizar, el equipo a intervenir, los repuestos requeridos y si se necesita el servicio o no, de la contratista ZEPZA DE VENEZUELA para maquinarias pesadas o algún otro servicio externo, el siguiente paso es el análisis de riesgo en las tareas específicas descritas en el A.R.E.T.E (Ver Anexo 3), el objetivo principal es la identificación de los riesgos asociados, medidas preventivas y los equipos de protección personal que son necesarios señalar de acuerdo a los artículos 56 ordinales 3 y 4 de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, como también al supervisor responsable, la persona que selecciono los ítems asociados a la actividad y la aprobación del departamento de seguridad industrial, inmediatamente se realiza el permiso de trabajo (Ver Anexo 4) donde el ejecutor de la actividad llena una serie de ítems referidas a que se cumplen las condiciones necesarias para la realización del mantenimiento y el responsable del trabajo junto con el representante por el área de Con-Piedra C.A. verifican lo antes agregado para proceder a firmar y dar inicio a la ejecución del mantenimiento, en la misma planilla se encuentra lo referido a la terminación de actividad donde nuevamente los responsables firman y dan por culminado el mantenimiento.

Mantenimiento Preventivo Programado

Cantera Con-Piedra C.A. realiza mantenimientos menores preventivos, programados por el planificador junto con el ejecutor de mantenimiento ya que existen actividades que se tiene una frecuencia estimada o son de carácter rutinarias, por otra parte lo más común en Cantera Con-Piedra C.A. es que las fallas se hayan dado de manifiesto y se programe su ejecución a posterior si no es de carácter urgente, lo que sin duda afecta en que el equipo trabaje cierto tiempo fuera de sus estándares y genere fatiga en el



mismo ya sea a corto, mediano o largo plazo. Otro punto al que se debe hacer referencia es que no se lleva a cabo el seguimiento del registro de las actividades de mantenimiento de manera constante para mantener una programación bien definida y específica; y así, obtener una base de datos donde se pueda establecer una frecuencia que justifique las operaciones de mantenimiento preventivo que se deben realizar en la planta sin esperar a que suceda alguna anomalía en los equipos de trituración de piedra.

Mantenimiento Predictivo

Este tipo de estudio para el análisis de mantenimiento predictivo es prácticamente inexistente en Cantera Con-Piedra C.A., sin embargo en el mes de marzo del presente año (2012) se adquirió el servicio externo para la realización de tal análisis, solo abarcando los motores principales de los molinos y ejes excéntricos de las cribas, donde solo se tiene programado como mantenimiento predictivo tales dispositivos.

Seguimiento y Control del Mantenimiento

En el área de planta, el seguimiento de las actividades es ejecutado por el coordinador de actividades, quien se encarga de verificar la asistencia de los empleados y el cumplimiento de las tareas que se les asignan diariamente, es decir monitorear constantemente para manejar el status de las actividades que realizan día a día los trabajadores, a fin de saber si cumplen las pautas establecidas previamente, estas son registradas en el sistema S.A.R.E. Sin embargo, muchas veces el monitoreo no es suficiente y

por consiguiente coordinador de actividades desconoce la perspectiva y el status real de la actividad de mantenimiento. Además de resaltar el hecho de que el área de planta, carece de un sistema de indicadores, que permita al coordinador de actividades y al ejecutor de mantenimiento dar seguimiento de las actividades tomando en consideración el estado de los elementos en cuenta a confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, lo cual resultaría de gran utilidad en la mejora de los procesos de mantenimiento, actividades y uso de recursos para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.

Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra

Lo que se presenta a continuación es la disponibilidad y confiabilidad de los equipos fijos de trituración de piedra con la que se trabajó en cantera Con-Piedra C.A. durante el periodo del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de febrero del 2012. Durante el periodo seleccionado de estudio la empresa labora 3 turnos, esto quiere decir que en ese periodo de tiempo la disponibilidad debía ser de un 90% para sus equipos de trituración de piedra, pues así lo certificaba Cantera Con-Piedra C.A.

Por lo tanto, con este valor de confiabilidad base se procede a realizar los cálculos aritméticos con los datos suministrados por la empresa y los obtenidos de las bitácoras que se llenan a diario en Cantera Con-Piedra C.A. respecto a las actividades de mantenimiento.

Los datos para el cálculo de la disponibilidad (Disp) se obtiene a partir del Apéndice 1.

- Área Primario:



Para el área de planta denominada primario la disponibilidad es la siguiente:

$$\text{Disp} = \frac{\text{Hrs. Periodo} - \sum \text{Hrs. Mtto}}{\text{Hrs. Periodo}} = \frac{1401:15:00 \text{ hrs} - 290:55:00 \text{ hrs}}{1401:15:00 \text{ hrs}} \times 100\%$$

$$\text{Disp} = 79,24 \%$$

Para el área de planta denominada primario la confiabilidad es la siguiente:

$$\text{Conf} = \frac{\text{Hrs. Periodo} - \sum \text{Hrs. MttoCorr.}}{\text{Hrs. Periodo}} = \frac{1401:15:00 \text{ hrs} - 178:33:00 \text{ hrs}}{1401:15:00 \text{ hrs}} \times 100\%$$

$$\text{Conf} = 87,26 \%$$

Se puede observar que la disponibilidad es totalmente inferior a lo deseado (90%) ya que durante el periodo de tiempo seleccionado de estudio, la disponibilidad real fue de 79,24%; por otra parte la confiabilidad se encuentra a escasos 8,02% de diferencia con respecto a la disponibilidad lo que nos dice que los mantenimientos correctivos fueron las actividades más comunes, debido a que la confiabilidad se relaciona con las cantidades de correctivos realizados a cada uno de los equipos, lo que conlleva a la cercanía de los valores.

Ahora observaremos las disponibilidades y confiabilidad del área primario desglosada por equipo aplicando el mismo procedimiento antes descrito:

Tabla 17- Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra del Primario de cantera Con-Piedra C.A. (Período 1/1/2011 al 29/2/2012)

PRIMARIO	DISP	CONF
MOLINO PRIMARIO	86,03%	91,77%
VIBRO PRIMARIO	98,16%	98,72%
CINTA # 1	95,05%	96,76%

Fuente: Elaboración Propia.

- Área secundario:

Para el área de planta denominada secundario la disponibilidad es la siguiente:

$$\text{Disp} = \frac{\text{Hrs. Periodo} - \sum \text{Hrs. Mtto}}{\text{Hrs. Periodo}} = \frac{2170:58:00 \text{ hrs} - 927:27:00 \text{ hrs}}{2170:58:00 \text{ hrs}} \times 100\%$$

$$\text{Disp} = 57,28 \%$$

Para el área de planta denominada primario la confiabilidad es la siguiente:

$$\text{Conf} = \frac{\text{Hrs. Periodo} - \sum \text{Hrs. MttoCorr.}}{\text{Hrs. Periodo}} = \frac{1401:15:00 \text{ hrs} - 178:33:00 \text{ hrs}}{1401:15:00 \text{ hrs}} \times 100\%$$

$$\text{Conf} = 65,73 \%$$

Se puede observar nuevamente que la disponibilidad y confiabilidad calculada aritméticamente están muy por debajo de las aspiraciones de la empresa y que la confiabilidad se encuentra a escasos 8,45 % de diferencia con respecto a la disponibilidad, queriendo decir que los mantenimientos correctivos, fue lo ejecutado en la mayoría de las actividades realizadas.

Ahora observaremos las disponibilidades y confiabilidad del área secundaria desglosada por equipo aplicando el mismo procedimiento antes descrito:

Tabla 18- Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos Fijos de Trituración de Piedra del Secundario de cantera Con-Piedra C.A. (Período 1/1/2011 al 29/2/2012)

SECUNDARIO	DISP	CONF
CINTA # 2	97,62%	98,17%
CINTA # 4	96,60%	97,60%
CINTA # 5	98,25%	98,52%
CINTA # 6	98,35%	98,66%
CINTA # 7	98,65%	98,83%
CINTA # 8	98,18%	98,49%
CINTA # 9	98,02%	98,44%
CINTA TRANSFERENCIA	98,33%	98,54%
CINTA POLVILLO	98,52%	98,66%
MOLINO 57S	89,24%	90,96%
MOLINO 44FC	98,01%	98,29%
CRIBA # 1	92,77%	94,79%
CRIBA # 2	94,73%	95,80%

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora observaremos la pequeña diferencia entre los porcentajes de disponibilidad y confiabilidad de los equipos fijos de trituración de piedra y la representación en horas:

Tabla 19 – Diferencia entre los Porcentajes y Horas Respecto a Disponibilidad y Confiabilidad de los equipos Fijos de Cantera Con-Piedra C.A.

DIFERENCIAS DEL PRIMARIO	DIFERENCIA PORCENTAJE	HORAS (h:m:s)
MOLINO PRIMARIO	5,75%	80:32:00
VIBRO PRIMARIO	0,56%	7:52:00
CINTA # 1	1,71%	23:58:00
CINTA # 2	1,44%	12:02:00
CINTA # 4	2,59%	21:33:00
CINTA # 5	0,69%	5:44:00
CINTA # 6	0,79%	6:44:00
CINTA # 7	0,45%	3:47:00
CINTA # 8	0,80%	6:41:00
CINTA # 9	1,06%	8:58:00
CINTA TRANSFERENCIA	0,54%	4:29:00
CINTA POLVILLO	0,36%	3:01:00
MOLINO 57S	4,49%	37:21:00
MOLINO 44FC	14,25%	6:08:00
CRIBA # 1	5,27%	43:51:00
CRIBA # 2	2,76%	23:07:00

Fuente: Tabla 18

De esta manera se puede observar que la holgura de porcentajes entre disponibilidad y confiabilidad, son en su gran mayoría muy estrechas al igual que las diferencias de horas, esto indica que las acciones correctivas ocuparon casi la mayoría del tiempo de ejecución de mantenimiento ya que la confiabilidad se relaciona con las cantidades de correctivos realizados a cada uno de los equipos, lo que conlleva a la cercanía de los valores y al



incumplimiento deseada o que debería tener Cantera Con-Piedra C.A. del 90% de disponibilidad de sus equipos para producir.

ANÁLISIS DEL HISTORIAL DE FALLAS DE LOS EQUIPOS DE TRITURACIÓN DE PIEDRA

A continuación se presentan las actividades de mantenimiento que se realizan a cada uno de los equipos que componen el proceso de trituración de piedra en Cantera Con-Piedra C.A. como también las cantidades de intervenciones y frecuencias, destacando que esta última se desglosó utilizando el tiempo promedio entre fallas (TPEF) para las toneladas procesadas y horas de trabajo dependiendo del tipo de desgaste al cual está sometido cada equipo, esto se realizó extrayendo la información de las bitácoras que se llenan a diario sobre las diversas actividades de la planta, tomando solo en cuenta para el estudio en cuestión las operaciones referidas al mantenimiento que se registraron en el periodo del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de febrero del 2012.

Calculo del Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF)

Para el área primaria de Cantera Con-Piedra C.A. el TPEF es la siguiente:

- TPEF por tonelada procesada:

$$\text{TPEF} = \frac{\text{Toneladas Procesadas}}{\text{Cantidad de Correctivos Totales}} = \frac{216.162 \text{ Ton}}{280} = 772,01 \text{ Ton}$$



- TPEF por horas de trabajo efectivas:

$$\text{TPEF} = \frac{\text{Horas de Trabajo Efectivas}}{\text{CantidaddeCorrectivos Totales}} = \frac{1401:15:00 \text{ Hrs}}{280} = \mathbf{5:16 \text{ Hrs}}$$

Para el área secundaria de Cantera Con-Piedra C.A. el TPEF es la siguiente:

- TPEF por toneladas procesadas:

$$\text{TPEF} = \frac{\text{Toneladas Procesadas}}{\text{CantidaddeCorrectivos Totales}} = \frac{208.273 \text{ Ton}}{458} = \mathbf{455,84 \text{ Ton}}$$

- TPEF por horas efectivas trabajadas:

$$\text{TPEF} = \frac{\text{Horas de Trabajo Efectivas}}{\text{CantidaddeCorrectivos Totales}} = \frac{2170:58:00 \text{ Hrs}}{458} = \mathbf{4:44 \text{ Hrs}}$$

Estos datos recolectados de los tiempos promedios entre fallas fácilmente se pueden corroborar y certificar con el día a día en Cantera Con-Piedra C.A. esto es visible en los reportes diarios (Bitácoras), siendo esta la realidad, en que a diario deben someterse a actividades de mantenimiento correctivos más que todo en el área del secundario ya que los programados son poco frecuentes y de poco impacto operacional.

Aplicando la misma metodología se procedió a calcular los TPEF de cada actividad de los equipos fijos de trituración de piedra, estos se encuentran detallados a continuación.

Calculo de la desviación Estándar

Para el cálculo de la desviación estándar de las frecuencias se procede a tomar los valores promedios de cada mes que se realizó la actividad de mantenimiento (Ver Tabla 20), este sería nuestro grupo de datos (x_i) con el fin de hallar la media aritmética (\bar{x}), en la tabla siguiente se muestran los datos necesarios para calcular la desviación estándar de la completación de aceite al tanque del molino primario:

Tabla 20 – Horas Promedio por Mes

Completación de Aceite del Molino Primario						
X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
57:37:00	40:47:00	55:56:00	50:04:00	81:45:00	73:44:00	30:19:00
X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
77:54:00	60:23:00	80:30	8:06:00	44:11:30	10:37:36	0

Fuente: Apéndice # 19

Con los valores obtenidos de la tabla obtenemos \bar{x} siendo de:

$$\bar{x} = 51:41:05 \text{ Hrs}$$

Ahora bien, aplicando la fórmula de la desviación estándar obtenemos lo siguiente:

$$\begin{aligned} \sqrt{\sigma^2} = & \sqrt{\frac{1}{13} (57:37:00 - 51:41:05)^2 + (40:47:00 - 51:41:05)^2 +} \\ & (55:56:00 - 51:41:05)^2 + (50:04:00 - 51:41:05)^2 + (81:45:00 - \\ & 51:41:05)^2 + (73:44:00 - 51:41:05)^2 + (30:19:00 - 51:41:05)^2 +} \\ & (77:54:00 - 51:41:05)^2 + (60:23:00 - 51:41:05)^2 +} \end{aligned}$$



$$(80:30 - 51:41:05)^2 + (8:06:00 - 51:41:05)^2 + (44:11:30 - 51:41:05)^2 + (10:37:36 - 51:41:05)^2 + (0 - 51:41:05)^2$$

Efectuando el cálculo correspondiente la desviación es:
 $\sigma = 1:53:40Hrs$

De esta manera observamos la variación que se tuvo con respecto al promedio de la actividad de mantenimiento durante el periodo de estudio seleccionado, destacando que esta desviación es solo para la completación de aceite al tanque del molino primario, pues así este valor nos indica la holgura en que la actividad se atrasaba o adelantaba con relación al promedio.

De este modo se procedió a calcular la desviación estándar para cada actividad de los equipos fijos de trituración de piedra, donde se podrán observar descritas a continuación entre otros datos.

Molino Primario

En la tabla 21 se muestran las actividades, intervenciones, desviación estándar y frecuencias, de los mantenimientos realizados al molino primario ubicado en el área de planta identificada como primario:

Tabla 21– Actividades de Mantenimiento del Molino Primario.

MOLINO PRIMARIO	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Completar Nivel De Aceite Al Tanque	51:41:05 Hrs	22	1:53:40 Hrs

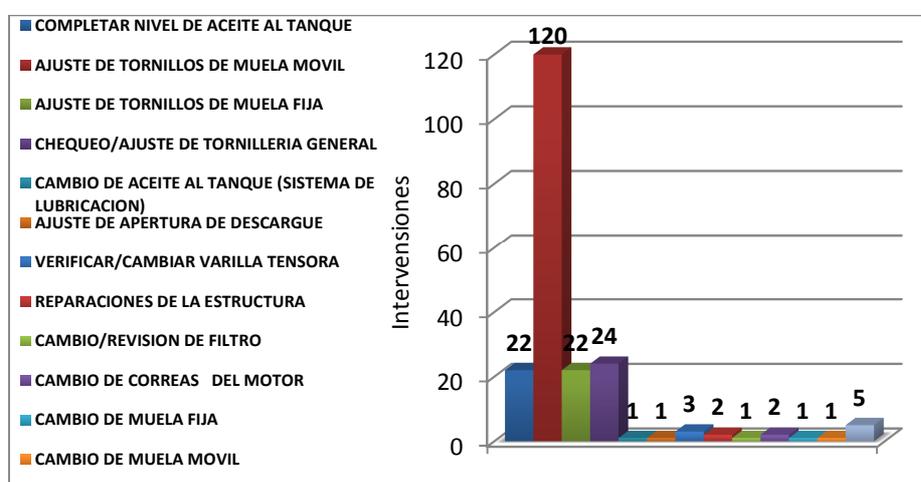
Tabla 21 – Actividades de Mantenimiento del Molino Primario. (Continuación)

MOLINO PRIMARIO	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Ajuste De Tornillos De Muela Móvil	2:31:26 Hrs	120	0:31:27 Hrs
Ajuste De Tornillos De Muela Fija	151:26:30 Hrs	22	2:01:16 Hrs
Chequeo/Ajuste De Tornillería General	58:23:08 Hrs	24	2:05:55 Hrs
Cambio De Aceite Al Tanque (Sistema De Lubricación)	1401:15:00 Hrs	1	-
Ajuste De Apertura De Descargue	1401:15:00 Hrs	1	-
Alinear Correas Del Motor	-	-	-
Verificar/Cambiar Varilla Tensora	467:05:00 Hrs	3	1:59:53
Reparaciones De La Estructura	108.081.00Ton	2	558,30 Ton
Servicio Al Sist. Lubricación	-	-	-
Cambio/Revisión De Filtro	1401:15:00 Hrs	1	-
Cambio De Correas Del Motor	108.081.00 Ton	2	558,30 Ton
Cambio De Muela Fija	216.162,00 Ton	1	-
Cambio De Muela Móvil	216.162,00 Ton	1	-
Cambio De Libro (Toggle)	-	-	-
Cambio De Sellos, Anillos Y Bocinas (Chequeo / Reparación)	216.162,00 Ton	1	-
Placa Superior Lateral	216.162,00 Ton	1	-
Placa Inferior Lateral	-	-	-
Soporte De Tensión Del Resorte	-	-	-
Bomba De Lubricación (Reparación/Servicio)	1401:15:00 Hrs	1	-
Alinear Mandíbula	216.162,00 Ton	1	-
Cambio/Revisión De Mangueras De Lubricación	700:37:30 Hrs	5	2:48:01

Fuente: Elaboración Propia.

En el periodo de estudio del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de febrero del 2012 se registraron formalmente 209 actividades de mantenimiento solo para el molino primario, destacando que la actividad que se reiteró una mayor cantidad de veces fue el ajuste de tornillos de la muela móvil con el 57,42 % seguida de los ajustes de tornillos de muela fija con 10,53%,ajustes de tornillería en general con 11,49 % y la completación del nivel de aceite con 10,53 % de frecuencia.

Grafica 3--Actividades de Mantenimiento del Molino Primario.



Fuente: Tabla 21

Claramente en la gráfica 3 se observa la diferencia que existe entre las cuatro primeras actividades con respecto a las demás, sin embargo esto no quiere decir que estas actividades sean menos importantes o que se estén realizando inapropiadamente el mantenimiento, ya que existen dispositivos que pueden trabajar más de 6 meses o hasta un año y estos periodos se pueden extender o acortar dependiendo de las condiciones en las que trabaje y el mantenimiento que se le realice.

La gran cantidad de intervenciones respecto al ajuste de tornillos se debe a la utilización de dispositivos que no cumplen con las especificaciones requeridas por el equipo indicadas por el fabricante, en este caso cada tornillo lleva una serie de juegos de arandelas y tuercas para fijar la mandíbula en su posición, estos juegos no se encuentran completos lo que causa que se aflojen o destornillen mucho antes de lo especificado, y otra razón es que algunas de las piezas son fabricadas manualmente por el soldador de la empresa sin cumplir las especificaciones mínimas requeridas para soportar las exigencias del proceso de producción.

Vibro alimentador Primario

En la tabla 22 se presentan las actividades de mantenimiento del vibro alimentador primario ubicado en el área de planta identificada como primario:

Tabla 22 – Actividades de Mantenimiento del Vibro Alimentador.

VIBRO PRIMARIO	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Ajuste De Tornillería En General	216.162,00 Ton	1	-
Completación De Aceite	-	-	-
Alinear Correas / Poleas	-	-	-
Reparación / Cambio De Placas De Desgaste De Mesa	36.027,00 Ton	6	2.354,17 Ton
Reparación / Cambio De Placa De Desgaste Laterales	108.081,00 Ton	2	651,35 Ton

Tabla 22 – Actividades de Mantenimiento del Vibro Alimentador. (Continuación)

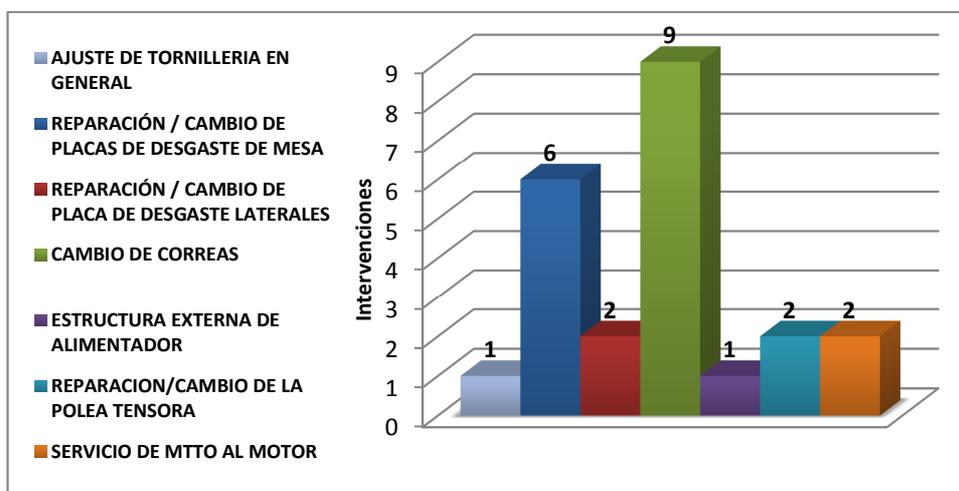
VIBRO PRIMARIO	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Reparación / Cambio De Chute De Descarga	-	-	-
Cambio De Correas	24.018,00 Ton	9	3.453,54 Ton
Estructura Externa De Alimentador	216.162,00Ton	1	-
Inspección Estructura General De Excéntrica	-	-	-
Cambio De Polea Motriz	-	-	-
Reparación/Cambio De La Polea Tensora	108.081,00 Ton	2	1.254,12 Ton
Servicio De Mtto Al Motor	108.081,00 Ton	2	1.534,27 Ton
Reparación / Cambio De Rodamientos De Excéntrica	-	-	-
Cambio De Soportes De Resortes	-	-	-
Reparación / Cambio De Resortes Traseros	-	-	-
Reparación / Cambio De Resortes Delanteros	-	-	-
Cambio / Reparación del Grizzle	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

En el periodo de estudio del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de febrero del 2012 se registraron formalmente 23 actividades de mantenimiento solo para el vibro alimentador, destacando que la actividad que se reiteró una mayor cantidad de veces fue la de cambio de correas con el 39,14 % seguida de cambio de placas de desgaste con 26,09 %.

En la gráfica 4 a continuación, se puede observar de forma más clara las dos actividades que se realizaron con mayor frecuencia, la primera es la del cambio de correas, siendo esta una actividad que se encuentra fuera de los estándares normales ya que las correas que están especificadas por el fabricante del equipo deberían durar mínimo seis (6) meses y en el periodo de estudio seleccionado el periodo de vida promedio de estas correas es de un (1) mes y medio (15 días), esto es debido a la falta de alineación de la polea actividad que no se ha realizado por más de un (1) año (Ver Tabla 22). Otro factor importante está en que no se tiene registro alguno sobre la actividad de completación de aceite (Ver Tabla 22), lo que conlleva a certificar la falta de control respecto a la programación, registro de información e inspección.

Gráfica 4– Actividades de Mantenimiento del Vibro Alimentador.



Fuente: Tabla 22

Cinta Transportadora #1

En la tabla 23 se presentan las actividades de mantenimiento de la cinta #1 ubicado en el área de planta identificada como primario:

Tabla 23 – Actividades de Mantenimiento de la Cinta #1.

CINTA # 1	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Lubricación De Chumaceras	175:09:00 Hrs	8	13:43:00 Hrs
Lubricación De Reductor	700:37:00 Hrs	2	5:23:00 Hrs
Cambio De Aceite Del Reductor	1401:15:00 Hrs	1	-
Tornillería En General (Ajuste/Cambio)	1401:15:00 Hrs	1	-
Alinear Banda	108.81,00 Ton	2	2.476,11 Ton
Cambio O Ajuste De Baberos / Encauzadores	15.440,00 Ton	14	3.128,43 Ton
Alinear Correas Del Motor	-	-	-
Alinear Rodillos	216.162,00 Ton	1	-
Ajuste Al Sistema Tensor De Banda	216.162,00 Ton	1	-
Cambio De Raspadores	-	-	-
Cambio De Correas Al Motor	54.040,00 Ton	4	1.354,22 Ton
Cambio / Reparación De Poleas	-	-	-
Cambio / Reparación De Estaciones	-	-	-
Servicio A Motor Eléctrico	-	-	-
Cambio / Revisión Chumacera Motriz	216.162,00 Ton	1	-
Cambio / Revisión Chumacera Cola	108.81,00 Ton	2	1.643,11 Ton
Cambio / Revisión Chumacera Tensor 1	-	-	-
Cambio / Revisión Chumacera Tensor 2	-	-	-

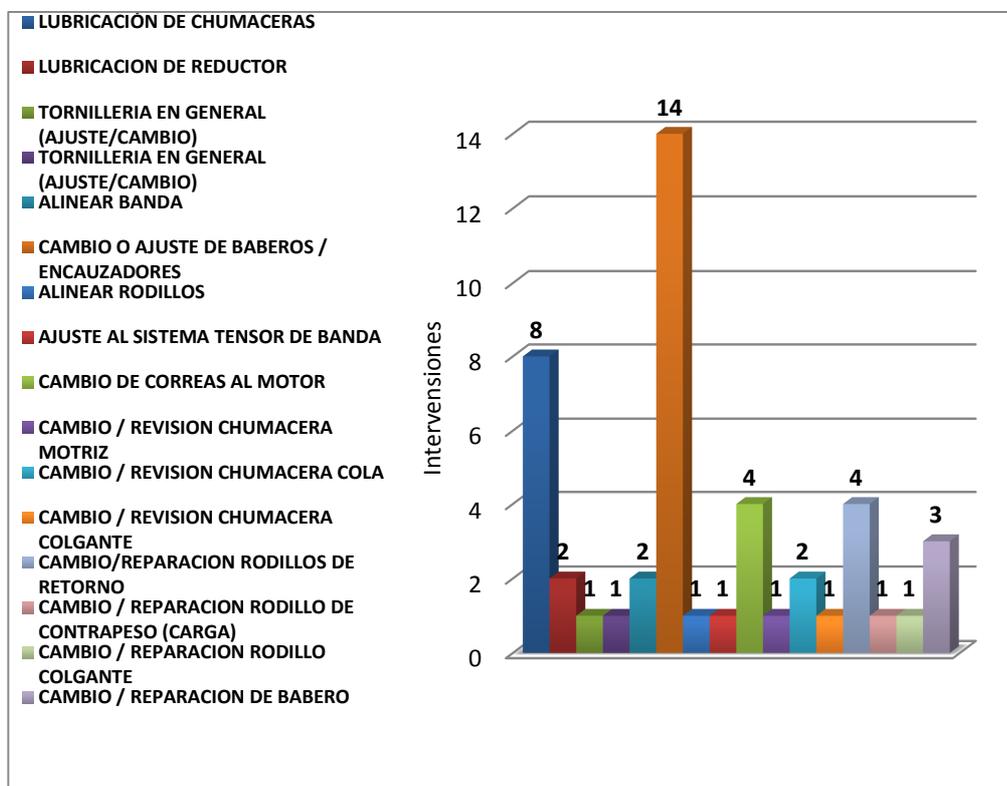
Tabla 23 – Actividades de Mantenimiento de la Cinta #1. (Continuación)

CINTA #1	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Cambio / Revisión Chumacera Contra Peso	-	-	-
Cambio / Revisión Chumacera Colgante	216.162,00 Ton	1	-
Ajuste / Reparación Chute De Descarga (Tolva)	-	-	-
Cambio / Reparación Rodillo De Cola	216.162,00 Ton	1	-
Cambio / Reparación Rodillo Motriz	-	-	-
Cambio/Reparación Rodillos De Retorno	54.040,00 Ton	4	2.340,00 Ton
Cambio / Reparación Rodillo De Contrapeso (Carga)	216.162,00 Ton	1	-
Cambio / Reparación Rodillos De Impacto	-	-	-
Cambio / Reparación Rodillos Autolimpiante	-	-	-
Cambio / Reparación Rodillo Colgante	216.162,00 Ton	1	-
Cambio / Reparación De Babero	29.946,67 Ton	3	1.955,34 Ton

Fuente: Elaboración Propia

Para la cinta transportadora solo se registraron formalmente 48 actividades de mantenimiento, cabe destacar que esta cantidad pudo ser mayor, ya que en ocasiones se realizan trabajos y no son reportados en las bitácoras que se llenan a diario en la planta, contando con lo recolectado en la tabla23se muestra la siguiente gráfica:

Grafica 5– Actividades de Mantenimiento de la Cinta #1.



Fuente: Tabla 23

Gráficamente se observa con facilidad que la actividad de cambio o ajustes de baberos es la más frecuente pero no significa que este fuera de lo normal, ya que estos cambios son por desgaste a través de las toneladas de material procesado y su periodo de vida es fluctuante y la empresa cuenta con los suministros suficientes para solventarlos, por otra parte se encuentra la lubricación de chumaceras donde solo se registraron formalmente 8 actividades(Ver Tabla 23y Grafica 5), tal vez fueron un poco más por la irregularidad de la falta de control al registro de las bitácoras, pero de igual forma la frecuencia registrada no es la adecuada ya que por lo mínimo se debe lubricar una (1) ves al día antes de comenzar a operar los equipos,

también se tiene que la lubricación del reductor (Ver Tabla 23) es inadecuada ya que por especificaciones del fabricante se debe hacer esta actividad cada treinta (30) días o 360 horas de trabajo efectivo dependiendo de lo que se cumpla primero, por ultimo otra actividad que llama la atención es el cambio de correas al motor de la cinta (Ver Tabla 23), donde la cantidad de cambios es algo elevada ya que cada correa debería durar al menos unos seis (6) meses.

Para el resto de las cintas transportadoras de Cantera Con-Piedra C.A. las actividades de mantenimiento son prácticamente las mismas, pero las frecuencias varían independientemente una de las otras mostrando las mismas dificultades de asistencia y atención a los equipos, para visualizar tales valores hacer referencia en el apéndice de cada cinta.

Criba #1

En la tabla24 se presentan las actividades de mantenimiento de la criba #1 ubicada en el área de planta identificada como secundario:

Tabla 24 –Actividades de Mantenimiento de la Criba #1.

CRIBA # 1	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Completación De Aceite	542:44:00 Hrs	4	9:24:11 Hrs
Colocar Gomas En Cedazos	11.598,48 Ton	18	1.523,47 Ton
Ajuste Tornillería En Estructura	41.754,54 Ton	5	2.871,09 Ton
Ajuste De Anclaje	-	-	-
Ajuste Tornillería En Cedazos	104.386,35 Ton	2	3.112,00 Ton
Cambiar Ganchos En Cedazos	69.590,90 Ton	3	1.023,88 Ton

Tabla 24 –Actividades de Mantenimiento de la Criba #1. (Continuación)

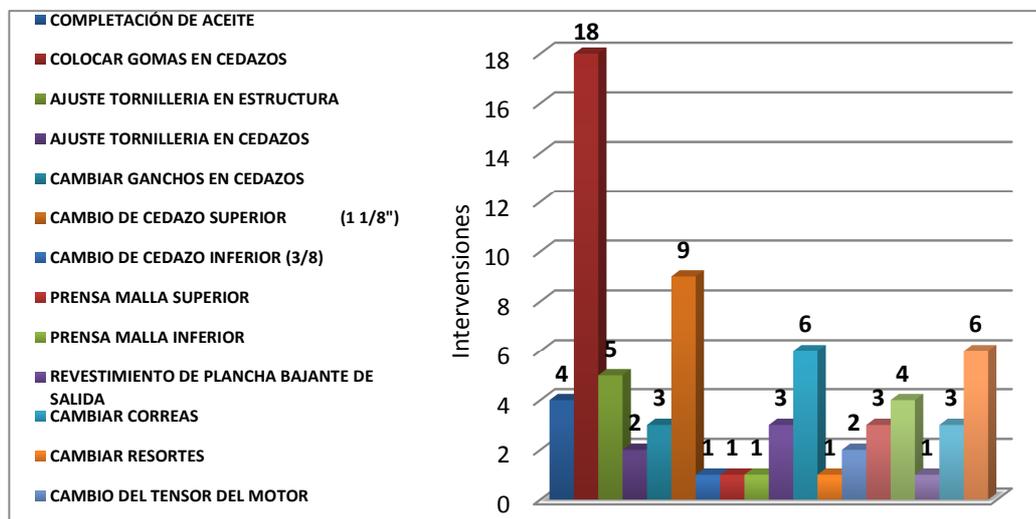
CRIBA #1	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Cambio De Goma En Bajante	-	-	
Cambio De Cedazo Superior (1 1/8")	23.196,97 Ton	9	2.045,23 Ton
Cambio De Cedazo Inferior (3/8)	208.772,69 Ton	1	-
Prensa Malla Superior	208.772,69 Ton	1	-
Prensa Malla Inferior	208.772,69 Ton	1	-
Cambio De Gomas De Perfil (Burlesque)	-	-	-
Cambio De Aceite Al Eje Excéntrico	-	-	-
Revestimiento De Plancha Bajante De Salida	69.590,90 Ton	3	1.202,11 Ton
Revestimiento De Bajante De Entrada	-	-	-
Cambiar Placa De Impacto	-	-	-
Cambiar Correas	34.795,45 Ton	6	3.189,76 Ton
Cambiar Resortes	208.772,69 Ton	1	-
Revestimiento Chute De Descarga 3/8" - 1 1/8"	208.772,69 Ton	1	-
Cambio Del Tensor Del Motor	104.386,35 Ton	2	543,12 Ton
Ajuste Del Tensor Del Motor	69.590,90 Ton	3	911,02 Ton
Reparación Tensores De La Criba	52.193,17 Ton	4	498,56 Ton
Cambio Tensores De La Criba	208.772,69 Ton	1	-
Ajuste/Alinear Correas Del Motor	69.590,90 Ton	3	1.176,22 Ton
Cambio Resortes De La Criba	34.795,45 Ton	6	1.339,00 Ton

Fuente: Elaboración Propia

Para la criba #1 se registraron formalmente 74 actividades de mantenimiento, cabe destacar que esta cantidad pudo ser mayor, ya que en ocasiones se realizan trabajos y no son reportados en las bitácoras que se llenan a diario en la planta.

La actividad de mantenimiento que tiene mayor frecuencia es la de colocar gomas en los cedazos (Ver Grafica 6), esta actividad se realiza de manera aceptable ya que es un componente de desgaste por toneladas de material procesada y depende de que tan rápido se desgaste ciertas áreas de los cedazos, la empresa cuenta con las provisiones adecuadas para solventar esta situación, por otra parte la actividad definida como completación de aceite, la cantidad registrada (Ver Tabla 24 y Grafica 6) no cumple con las normas estándares del equipo en cuanto a la lubricación, de igual forma los cambios de correas realizados (Ver Tabla 24) se encuentran desfasados con respecto a la duración de las correas ya que éstas duran mínimo seis (6) meses si se encuentran bien instaladas.

Grafica 6– Actividades de Mantenimiento de la Criba #1.



Fuente: Tabla 24

Molino 57S

En la tabla 25 se presentan las actividades de mantenimiento del molino 57S ubicado en el área de planta identificada como secundario:

Tabla 25– Actividades de Mantenimiento del Molino 57S.

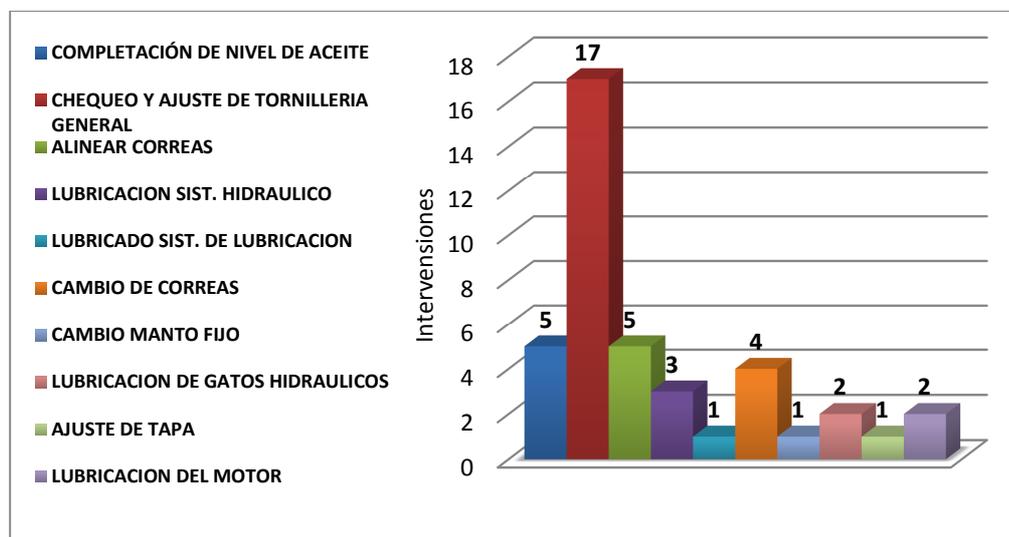
MOLINO 57S	FRECUENCIA	INTERVENCIONES	DESVEST (σ)
Completación De Nivel De Aceite	434:54:00 Hrs	5	10:23:00 Hrs
Chequeo Y Ajuste De Tornillería General	12.280,75 Ton	17	2.165,89 Ton
Alinear Correas	41.754,54 Ton	5	1.503,11 Ton
Cambio De Aceite	-	-	-
Lubricación Sist. Hidráulico	723:39:00 Hrs	3	11:34:00 Hrs
Lubricado Sist. De Lubricación	2170:58:00 Hrs	1	-
Serv. General Al Sist. Lubricación	542:44:00 Hrs	4	7:11:00 Hrs
Cambio De Mangueras Del Sist. De Lubricación	104.386,35 Ton	2	2:54:00 Hrs
Cambio De Mangueras Del Sist. Hidráulico	723:39:00	3	2:12:00 Hrs
Cambio De Correas	52.193,17 Ton	4	4.156,55 Ton
Serv. Elementos Cabezal Superior	-	-	-
Cambio Manto Móvil	-	-	-
Cambio Manto Fijo	208.772,69 Ton	1	-
Serv. Elementos Del Excéntrico	-	-	-
Ajuste / Reemplazo Del Bajante	-	-	-
Serv. Elem.Contra eje (Countershaft)	-	-	-
Lubricación De Gatos Hidráulicos	104.386,35 Ton	2	2.133,12 Ton

Tabla 25 – Actividades de Mantenimiento del Molino 57S (Continuación)

MOLINO 57S	FRECUENCIA	INTERVENCIONES	DESVEST (σ)
Servicio De Reductor Sist. Lubricación	-	-	-
Ajuste De Tapa	208.772,69 Ton	1	-
Lubricación Del Motor	1085:29:00 Hrs	2	9:11:00
Cambio De Pistorrin	208.772,69 Ton	1	-
Cambio De Baquelitas	208.772,69 Ton	1	-

Fuente: Elaboración Propia

Para el molino 57S se registraron formalmente 52 actividades de mantenimiento, cabe destacar que esta cantidad pudo ser mayor, ya que en ocasiones se realizan trabajos y no son reportados en las bitácoras que se llenan a diario en la planta, contando con lo recolectado en la tabla 25 se muestra la siguiente gráfica:

Gráfica 7– Actividades de Mantenimiento del Molino 57S.


Fuente: Tabla 25

Gráficamente se observa (Ver Grafica 7) que el chequeo de ajuste de tornillería en general es la más elevada pero no es la más crítica, el molino cuenta con lo necesario en lo que a tornillería se refiere y la frecuencia (Ver Tabla 25) se debe a que el equipo trabaja con grandes fuerzas de vibración debido a la trituración de piedra del mismo, en cuanto a la lubricación la completación de aceite (Ver Tabla 25) se encuentra un poco por encima de lo especificado por el fabricante ya que lo ideal sería realizar la actividad cada 350 horas de trabajo efectivas, otro factor que llama la atención son los cambios de correas del motor (Ver Grafica 7y Tabla 25) que también se encuentra fuera de lo que sería lo estándar, que cada correa dure al menos seis (6) meses caso que no aplica para el molino 57S, tal inconveniente proviene de la mala praxis de los trabajadores a la hora de alinear las correas del motor del molino.

Criba #2

En la tabla 26 se presentan las actividades de mantenimiento de la criba #2 ubicado en el área de planta identificada como secundario:

Tabla 26– Actividades de Mantenimiento de la criba #2.

CRIBA # 2	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Lubricación Aceite Al Reductor	361:49:00 Hrs	6	5:23:00
Colocar Gomas En Cedazos	26.096,59 Ton	8	2.365,89 Ton
Ajuste Tornillería En Estructura	208.772,69 Ton	1	-
Ajuste De Anclaje	208.772,69 Ton	1	-
Ajuste Tornillería En Cedazos	104.386,35 Ton	2	3.163,66 Ton
Cambiar Ganchos En Cedazos	26.096,59 Ton	8	1.223,66 Ton

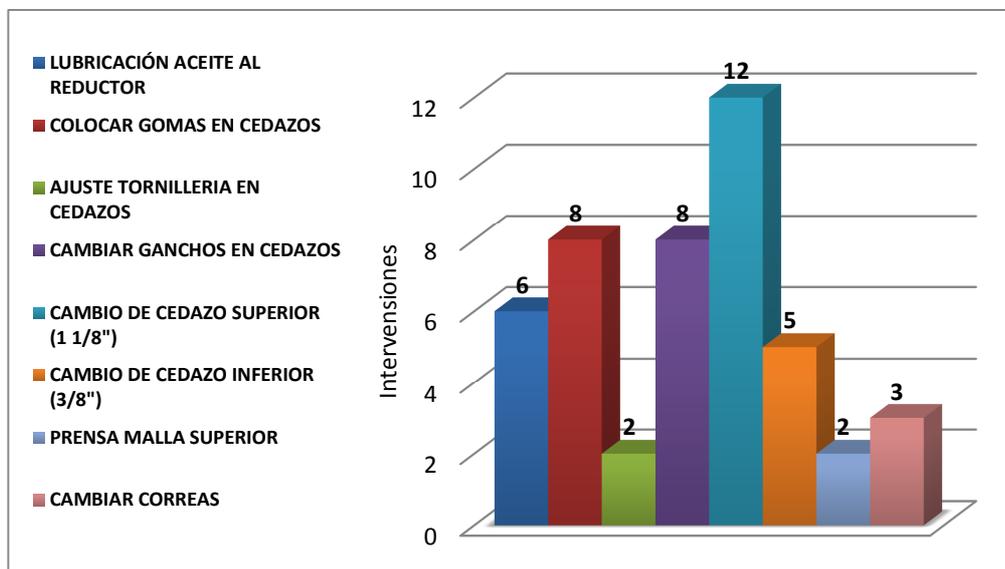


Cambio De Goma En Bajante	208.772,69 Ton	1	-
Cambio De Cedazo Superior (1 1/8")	17.397,72 Ton	12	679,11 Ton
Cambio De Cedazo Inferior (3/8")	41.754,54 Ton	5	1.452,03 Ton
Prensa Malla Superior	104.386,35 Ton	2	3.876,23 Ton
Prensa Malla Inferior	208.772,69 Ton	1	-
Cambio De Aceite Al Tanque	-	-	-
Revestimiento De Bajante De Entrada	208.772,69 Ton	1	-
Revestimiento De Bajante De Salida	208.772,69 Ton	1	-
Revestimiento De Bajante De Entrada	-	-	-
Cambiar Placa De Impacto	-	-	-
Cambiar Correas	69.590,90 Ton	3	4.534,71 Ton
Cambiar Resortes	-	-	-
Revestimiento Chute De Descarga 3/8" - 1 1/8"	-	-	-
Revestimiento Chute De Descarga 3/8" - 1 1/8"	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Para la criba #2 se registraron formalmente 52 actividades de mantenimiento, cabe destacar que esta cantidad pudo ser mayor, ya que en ocasiones se realizan trabajos y no son reportados en las bitácoras que se llenan a diario en la planta, contando con lo recolectado en la tabla 26 se muestra la siguiente gráfica:

Grafica 8– Actividades de Mantenimiento de la Criba #2.



Fuente: Tabla 26

Observando la actividad de lubricación de reductor con aceite, su frecuencia (Ver Tabla 26) está dentro del estándar recomendado por el fabricante donde este recomienda realizar tal actividad cada 350 horas de trabajo efectivas, en cuanto a los cambios de cedazos se puede tomar los datos recabados (Ver Tabla 26 y Grafica 8) para formar un punto base y mantener los suministros suficientes para solventar tal mantenimiento dado que su aplicación es por desgaste por tonelada procesada y dependerá de cuanto produzca la planta, por otra parte los cambios de correas (Ver Tabla 26 y Grafica 8) también se encuentran dentro de un rango aceptable dentro del periodo en estudio.

Molino 44FC

En la tabla 27 se presentan las actividades de mantenimiento del molino 44FC ubicado en el área de planta identificada como secundario:

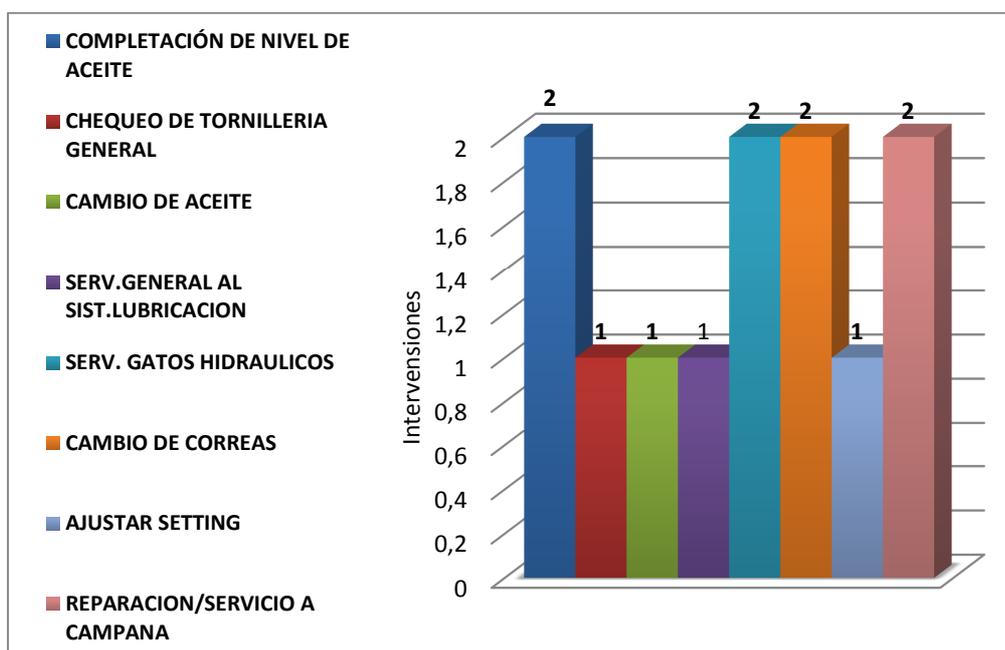
Tabla 27 – Actividades de Mantenimiento del Molino 44FC.

MOLINO 44 FC	FRECUENCIA (TPEF)	INTERVENCIONES (F)	DESVEST (σ)
Completación De Nivel De Aceite	71:26:00 Hrs	2	7:12:00 Hrs
Chequeo De Tornillería General	13.356,14 Ton	1	-
Alinear Correas	-	-	-
Cambio De Aceite	142:52:00 Hrs	1	-
Serv. General Al Sist. Lubricación	142:52:00 Hrs	1	-
Cambio De Tuberías Y Mangueras	-	-	-
Serv. Elementos Cabezal Superior	-	-	-
Reparación Manto Móvil	-	-	-
Cambio Manto Móvil	-	-	-
Cambio Manto Fijo	-	-	-
Serv. Elementos Del Excéntrico	-	-	-
Ajuste / Reemplazo Del Bajante	-	-	-
Serv. Elem. Contraeje (Countershaft)		-	-
Serv. Gatos Hidráulicos	6.678,07 Ton	2	1.198,11 Ton
Cambio De Correas	6.678,07 Ton	2	1.723,35 Ton
Servicio De Reductor Sist. Lubricación	-	-	-
Colocar Plancha En La Tolva	-	-	-
Ajustar Setting	13.356,14 Tn	1	-
Reparación/Servicio A Campana	6.678,07 Ton	2	3.432,11 Ton

Fuente: Elaboración Propia

Para el molino 44FC se registraron formalmente solo 12 actividades de mantenimiento, cabe destacar que esta poca cantidad es debido a que el equipo fue instalado a comienzos del mes de febrero del presente año (2012), contando con lo recolectado en la tabla 27 se muestra la siguiente gráfica:

Grafica 9– Actividades de Mantenimiento del Molino 44FC.



Fuente: Tabla 27

A pesar de que fueron solo 12 actividades de mantenimiento y pareciera un numero bajo, pues existen actividades que se le deben hacer seguimiento ya que no cumplen con el estándar especificado por el fabricante, por ejemplo se encuentra la completación de aceite (Ver Tabla 27 y Grafica 9), donde tales datos no son apropiados y esto es debido a fugas en el sistema de lubricación (Ver Tabla 27 y Grafica 9) del equipo, de igual forma se encuentra con datos desfavorables los cambios de correas, el servicio a los gatos hidráulicos y las reparaciones a la campana del molino

(Ver Tabla 27 y Grafica 9), esto es debido al tiempo en que intentaba acoplar al equipo a las exigencias de producción luego de estar inoperativo por más de un año.

A continuación se presenta un resumen de las fallas que se registraron por equipo, destacando que para las cintas transportadoras del secundario las actividades de mantenimiento son las mismas y por ello se agruparon los datos para este ítem.

Tabla 28 – Resumen de Fallas por Equipo en el Periodo del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de Febrero del 2010.

DESCRIPCIÓN	FALLAS
Molino Primario	209
Vibro Alimentador	23
Criba #1	74
Criba #2	52
Molino 57S	52
Molino 44FC	12
Cinta de transferencia #1 (Primario)	48
Cintas de Transferencias del Secundario	268

Fuente: Historial de Fallas por Equipo

IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS QUE CONSTITUYEN EL ÁREA DE PLANTA DE CANTERA CON-PIEDRA C.A.

Las ponderaciones de los criterios para la matriz de evaluación de criticidad fueron consideradas según el grado de afectación de los equipos de planta de cantera Con-Piedra C.A., tal como se muestra en la tabla29.

Se toma en consideración que los valores de frecuencia de falla corresponden al período del 1 de enero del 2011 hasta el 29 de febrero del 2012 y se observan con claridad en la tabla 29.

Tabla 29 – Matriz de Evaluación de Criticidad.

Frecuencia de Fallas	
Casos	Ponderación
Mayor a 100	4
Entre 99 y 50	3
Entre 49 y 20	2
Menor a 20	1
Impacto Operacional	
Casos	Ponderación
Parada Inmediata de toda la planta o línea de producción	10
Parada Inmediata de un sector de la línea de producción	6
Impacta los niveles de Producción o calidad	4
Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
No genera ningún efecto significativo sobre la producción	1
Flexibilidad Operacional	
Casos	Ponderación
No existe opción de producción o respaldo	4
Existe opción de respaldo compartido	2
Existe opción de respaldo	1
Impacto de Seguridad y Medio Ambiente	
Casos	Ponderación
Afecta la seguridad humana interna o externa a la planta	40
Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	32
Afecta las instalaciones causando daños severos	24
Provoca accidentes menores al personal interno	16
Provoca un efecto ambiental pero no infringe las normas	8
No provoca ningún daño a las personas o el medio ambiente	0

Fuente: Elaboración Propia

Con base en la matriz de criticidad descrita (Ver Tabla 29) se realizó la evaluación de los equipos dando los resultados siguientes:

Tabla 30 - Resultados de la Evaluación de Criticidad a los Equipos Fijos de Trituración de Piedra.

DESCRIPCION	FF	IO	FO	ISMA	$C=(IO*FO+ISMA)$	$Cr=FF*C$
Molino Primario	4	10	4	24	64	256
Vibro Alimentador	2	6	2	24	36	72
Criba #1	3	10	2	8	28	84
Criba #2	3	10	2	8	28	84
Molino 57S	3	10	4	24	64	192
Molino 44FC	1	10	2	8	28	28
Cinta de transferencia #1 (Primario)	2	6	2	8	20	40
Cintas de Transferencias del Secundario	4	10	2	8	28	112

Fuente: Tabla 29

Con los resultados obtenidos, aplicamos la representación gráfica (Ver Grafica 10) de la matriz de criticidad para ubicar cada equipo en su renglón correspondiente para identificar su estatus, se utiliza la ponderación dada en la frecuencia (FF) y el valor obtenido de consecuencia (C) (Ver Tabla 30):

Grafica 10-Utilización Gráfica de los Parámetros de Criticidad.

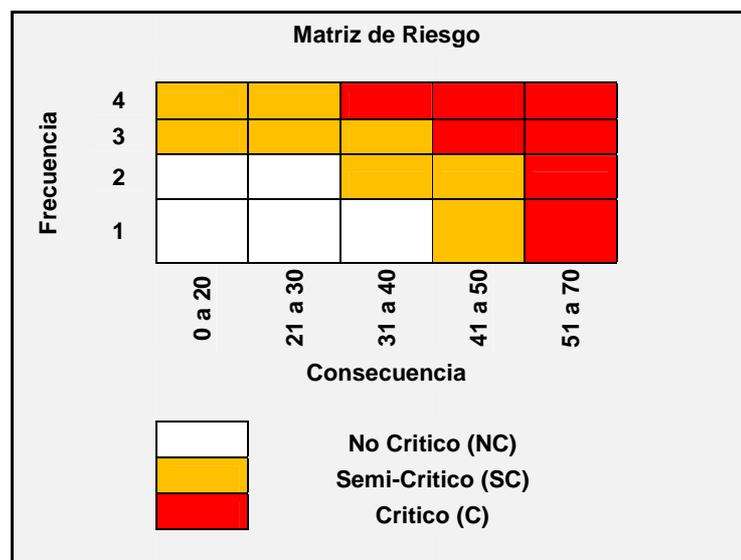


Tabla 31 - Estatus de Criticidad de los equipos de Trituración de Piedra.

DESCRIPCIÓN	GERARQUIAS
Molino Primario	Critico
Molino 57S	Critico
Cintas de Transferencias del Secundario	Semi-Critico
Criba #1	Semi-Critico
Criba #2	Semi - Critico
Vibro Alimentador	Semi -Critico
Cinta de transferencia #1 (Primario)	No Critico
Molino 44FC	No Critico

Fuente: Tabla 30 y Grafica 9

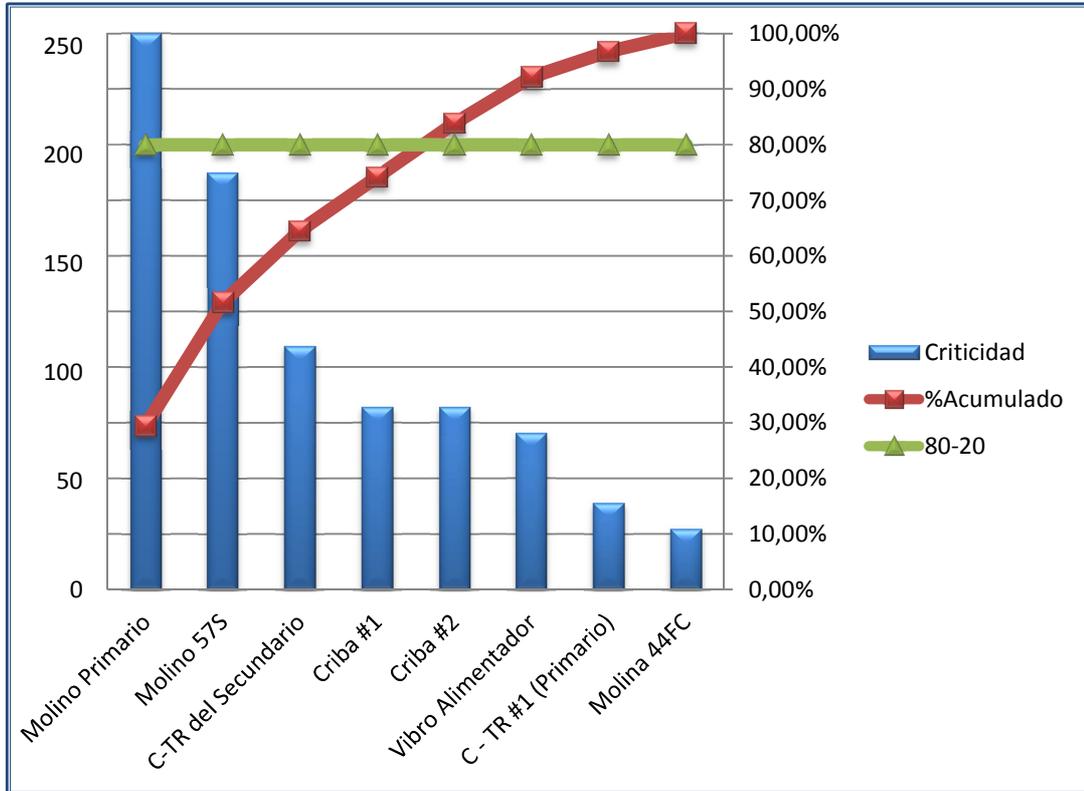
Con la información obtenida de la matriz de criticidad y los datos de la tabla 30 se elabora la tabla de Pareto (Ver Tabla 32) y se realiza la representación gráfica correspondiente.

Tabla 32 - Tabla de Pareto.

DESCRIPCIÓN	CRITICIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Molino Primario	256	29,49%	29,49%
Molino 57S	192	22,12%	51,61%
C-TR del Secundario	112	12,90%	64,51%
Criba #1	84	9,68%	74,19%
Criba #2	84	9,68%	83,87%
Vibro Alimentador	72	8,29%	92,16%
C - TR #1 (Primario)	40	4,61%	96,77%
Molina 44FC	28	3,23%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

Grafica 11- Representación Gráfica de Pareto.



Fuente: Tabla de Pareto

Con los análisis gráficos antes realizados podemos concluir que los equipos que se encuentran más críticos son: el molino primario, molino 57S, cintas de transferencias del secundario y la criba #1, estos ítems se terminan de definir con el diagrama de Pareto ya que lo que se encuentre dentro del punto de intersección del 80% son los ítems críticos o prioritarios, y estos en conjunto acumularon 74,19%.



CAPITULO VI

RESULTADOS

El siguiente capítulo muestra con detalle las propuestas para el cumplimiento de cada uno de los objetivos con el fin de lograr un Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos fijos de trituración de piedra ubicados en Cantera Con-Piedra C.A. que permita reducir el cúmulo de averías presentada en la misma mejorando el proceso de producción como la efectividad de la planta.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN UNA BUENA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La meta de esta etapa de investigación consistió en identificar todas las causas posibles que afectan la gestión del mantenimiento preventivo con el fin de solventarlas.



En otro orden de ideas para visualizar más detalladamente los factores que influyen directamente en el mantenimiento, se elaboro el Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa), ya que, refleja la relación entre el efecto y las causas inmediatas que propician el problema. Se presenta a continuación el análisis de dicho diagrama:

Falta de Control

No se cuenta con una programación de control que permita llevar detalladamente el registro de los mantenimientos de lubricación de cada equipo ubicado en planta ni con las frecuencias establecidas como tal, como también se desconoce las cantidades de lubricante que se emplea a cada dispositivo. El seguimiento es otro factor que influye en la falta de control, ya que las observaciones se reportan en las bitácoras diarias pero no se lleva a cabo la corroboración de la información o en caso contrario no se reporta ninguna anomalía cuando la existe.

Personal

El personal obrero está clasificado por cargos pero no por actividades, estos prestan ayuda dependiendo de las fallas del día a día y no existe la continuidad del desarrollo de una labor en particular, en gran parte se debe a la falta de personal, ya que por ejemplo no se tiene a una persona que ejecute las actividades de lubricación de la planta y esta acción no se ejecuta a menos que sea por orden directa y concreta realizada al trabajador.



Mantenimiento

El mantenimiento que prevalece en planta es el correctivo, la mayoría de las actividades relevantes se realizan luego que se presenta la falla siendo esto un gran inconveniente que afecta toda la organización de la empresa abarcando desde lo económico a lo estructural, por otra parte los mantenimientos programados preventivos son de carácter irrelevantes, ya que se programan debido a que se sospecha que la falla va a suceder en poco tiempo, siendo esta detectada poco antes de que suceda el incidente, debido a esto se debe hacer un cambio total de la pieza cuando su tiempo de vida debió de ser aún más prolongado.

Métodos

Los métodos realizados para los mantenimientos se realizan más que todo valiéndose de la experiencia de los trabajadores y encargados del área de mantenimiento, estos últimos con un poco más de inducción de los manuales suministrados por los fabricantes pero no al 100% ya que vienen en diferentes idiomas y para el personal obrero no se cuenta con la presentación de los lineamientos por lo menos a nivel básico para la realización de dichas actividades.

Elementos

Existen equipos que se encuentran en mal estado por falta de lubricación o mantenimiento previo, también por falta de disposición inmediata de algunos elementos de repuesto, el personal se ve obligado a



improvisarlos y hacer reajustes a los equipos modificándolos en su estructura para completar la adaptación del nuevo repuesto.

Periodo de Transición

Para las requisiciones de adquisición de elementos de repuestos importados o de costo elevado, las solicitudes deben pasar un proceso de aprobación fuera de la empresa Con-Piedra C.A., estos se dirigen a la central SIMPCA y en ocasiones a la empresa CEMEX DE VENEZUELA siendo un proceso de aprobación que se puede extender por más de una semana.

Documentación

En Cantera Con-Piedra C.A. se lleva una bitácora diaria de las actividades que se realizan en la planta, pero no se llena debidamente lo que conlleva a obtener información poco concluyente respecto a los estados de los equipos, se cuenta con planillas de inspección sin embargo no están siendo implementadas y las fallas solventadas no son registradas como tampoco el porqué de las mismas.

Todo lo antes descrito sin duda influye en no poder solventar las fallas a tiempo realizando los mantenimientos preventivos, una vez concientizados se puede proceder a estudiar a fondo cada situación para mejorar cada uno de los aspecto presentados y alcanzar el mejor funcionamiento general de Cantera Con-Piedra C.A.



SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE TRITURACIÓN DE PIEDRA

Para llevar a cabo un mantenimiento preventivo, es necesario contar con la información básica de los elementos a los cuales se les aplicará la actividad, información que se encuentra plasmada y alimentada en el sistema S.A.R.E., a fin de establecer los periodos en los cuales se llevará a cabo.

Para efectuar el plan de mantenimiento preventivo se tomo en cuenta, las especificaciones técnicas de los elementos así como también, la experiencia de los encargados de mantenimiento y de los trabajadores; además de los reportes de fallas, mediante los cuales se obtuvo los parámetros de mantenimiento y la criticidad de los mismos.

Un plan de mantenimiento preventivo puede realizarse de tres maneras:

Método 1: Un plan basado en las instrucciones de los fabricantes de los diferentes equipos ubicados en Cantera Con-Piedra C.A.

Método 2: Un plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas y en la experiencia de los encargados del mantenimiento que trabajan en el área de planta.

Método 3: Un plan basado en un análisis de fallos que pretenden evitarse, y que presenta la empresa en un periodo de tiempo determinado.

A continuación se presenta el sistema de mantenimiento preventivo diseñado para los equipos fijos de trituración de piedra, donde el sistema de mantenimiento fue diseñado de manera sencilla con el propósito de ser



accesible para todo el personal involucrado con el mantenimiento de los equipos.

Se presenta en un formato de fácil manejo donde se indica la actividad a realizar, el tiempo de ejecución, el equipo a intervenir, el personal requerido y la frecuencia con la que se debe llevar acabo, todo esto fue realizado para el vibro primario, al triturador de mandibula, cintas transportadoras, molinos y cribas.

Es importante resaltar que los procesos de mantenimiento preventivo para todas las cintas transportadoras, las dos cribas y los dos molinos son repetitivos y similares, tambien las actividades de mantenimiento a continuacion descritas son las consideradas las mas importante con base en los resultados obtenidos en los analisis antes realizados y en el sistema S.A.R.E.se podran visualizar la totalidad de las actividades de mantenimiento.

Las actividades marcadas con un asterisco (*) simboliza las actividades de mantenimiento preventivo basados en estadisticos de la empresa.

Tabla 33–Plan de Mantenimiento Preventivo del Vibro Alimentador Primario

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL VIBRO ALIMENTADOR						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el ajuste de la Tornillería tanto de la estructura como del equipo	Diaria	Verificar si existen holguras a lo largo del tornillo con el área de apriete	Normal	Llave de Tuerca	2 Operadores 1 Mecánico	0:20:00
		Verificar si el roscado del tornillo esta obstruido, si presenta fisura o un desgaste	Normal		2 Operadores	0:10:00
		Ajustar tornillos cada 80.000 ton procesadas *	Moderada		2 Operadores 1 Mecánico	0:15:00
Verificar el estado del Aceite	Semanal	Chequear que la temperatura se mantenga entre 45°C y 65 °C	Moderada	Pistola Piro Métrica	1 Mecánico	0:10:00
		Cambio de aceite al tanque cada 360 hrs de trabajo efectivas *	Moderada	Aceite de Engranaje 220	1 Lubricador 1 Ayudante	1:00:00
Motor	Semanal	Cambio de correas si presenta fisura o desgaste	Alta	Correas 5VX 1250 Cant. 3	2 Ayudantes	0:30:00
		Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea sea de 45° grados.		Transportador	1 Mecánico 1 Ayudante	0:10:00
		Verificar la alineación que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia entre poleas		Varilla, Transportador para medir el ángulo	1 Mecánico 2 Ayudante 1 Supervisor	1:00:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Vibro Alimentador Primario (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL VIBRO ALIMENTADOR						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	Mensual	Contratar servicio de mantenimiento luego de un año de operatividad *	Alta	-	Servicio Externo	-
	Cada 15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 67. Corriente con carga R: 36,5 S: 27,2 T:35,4		Multimetro	1 Electricista	0:15:00
	Cada 15 Días	Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger	1 Electricista	0:15:00
Desgaste de las Placas de la Mesa del Vibro	Mensual	Medir el espesor de las placas y verificar que se encuentre en el rango de 18 mm y 6 mm mínimo.	Moderada	Platina ½" x 4 x 12 m	1 Soldador 2 Ayudantes 1 Supervisor	0:15:00
		Cambiar las planchas de desgaste cuando el espesor sea menor de 6 mm *	Alta	Vernier o metro, Equipo de Oxicorte y Soldadura,		2:00:00
Desgaste de las Placas Laterales de la Mesa del Vibro	Mensual	Cambiar las planchas de desgaste cada 150.000 ton procesadas *	Moderada	Planchas de Acero de ¾"-		2:00:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Vibro Alimentador Primario (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL VIBRO ALIMENTADOR						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado interno del vibro	Anual	Destapar el vibro y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deteriore el equipo. *	Alta	Engranaje o Rodamiento	1 Mecánico 2 Ayudantes 1 Supervisor	4:00:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Molino Primario

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOLINO PRIMARIO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el ajuste de la Tornillería de las Muelas	Diaria	Verificar si existen holguras a lo largo del tornillo con el área de apriete	Moderada	Llave de Tuerca	2 Operadores 1 Mecánico	0:30:00
		Verificar si el roscado del tornillo esta obstruido, si presenta fisura o un desgaste				
		Ajustar los tornillos de ambas muelas cada 8 hrs de trabajo efectivas *				
Verificar Estado del Aceite	Semanal	Cambiar el Aceite al Sist. de Lubricación cada 250 hrs de trabajo efectivas *	Moderada	Aceite de Engranaje 220 y Filtro	1 Lubricador 1 Ayudante	1:00:00
	Diaria	Observar el visor de lubricación y completar el nivel si el aceite se encuentra por debajo de la marca de $\frac{3}{4}$ ful		Aceite de Engranaje 220	0:15:00	
		Chequear que la temperatura oscile de 40°C a 65°C a través del PLC del equipo.		Inspección Visual sobre el PLC	1 Operador	0:10:00
Verificar el Estado de las Correas y Poleas	Semanal	Cambiar las correas si presentan fisuras o desgaste	Alta	Correas D-390 Cant. 10	1 Mecánico 2 Ayudante 1 Supervisor	1:00:00
		Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *		Varilla, Transportador para medir el ángulo		

Tabla 37 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Molino Primario (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOLINO PRIMARIO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el Estado de las Correas y Poleas	Diaria	Revisar que las poleas no presenten fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en “v” de la polea.	Moderada	Inspección Visual	1 Mecánico 2 Ayudante 1 Supervisor	3:00:00
Desgaste de las Muelas de Trituración	Mensual	Verificar la parte baja de los dientes de la mandíbula móvil se encuentren por encima de 6 mm de espesor, de lo contrario voltearla una vez.	Moderada	Vernier o Metro	1 operador	0:20:00
		Verificar los dientes de la mandíbula fija se encuentre por encima de 6 mm de espesor				
		Cambiar muelas cada 216.000 Ton Procesadas(Aproximadamente 6 meses) *	Alta	Repuesto telsmith	1 Soldador 4 Ayudantes 1 Supervisor 2 Mecánicos	8:00:00
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 250. Corriente con carga R: 142, S:123,5; T:95	Alta	Multímetro	1 Electricista	0:15:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38 – Plan de Mantenimiento Preventivo del Molino Primario (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOLINO PRIMARIO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	Servicio Externo	-	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Verificar el Desgaste de las Placas Laterales	Semanal	Cambiar Placa Superior e Inferior si tienen espesor menor a 6 mm *	Normal	Vernier o metro	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	4:00:00
Mangueras de Lubricación	Diaria	Verificar que no exista fuga de aceite en los acoples de las mangueras	Moderada	Llaves/Mangueras	1 Lubricador	0:30:00
		Verificar que no se presente fisuras a lo largo de la manguera				
Libro (Toogle)	15 Días	Verificar si presenta fisura a lo largo de su estructura	Alta	Inspección Visual	1 operador	0:15:00
Verificar la presión del aceite	Cada turno de trabajo	Chequear que la presión se mantenga en el rango de 8 a 12 psi cuando el aceite este caliente	Moderada	Presostato		0:10:00
Verificar la temperatura de los rodamientos	Cada 4 horas de trabajo efectivas	Chequear que la temperatura se mantenga en el rango de 30°C a 55°C	Alta	Pistola Piro Métrica	1 Operador	0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta Transportadora # 1.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA #1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta Transportador # 1 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA #1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en “v” de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	A anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta Transportadora # 1.(Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA #1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta Transportadora # 1. (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA #1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 59. Corriente con carga R: 41,6, S:39,3; T:32,9	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40– Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 2

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopero no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 2 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 2 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 -Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 2 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 59,2. Corriente con carga R: 20,4 S:20,2 T:23,3	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41–Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 4

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 4						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 4 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 4						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 4 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 4						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 4 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 4						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 19,2. Corriente con carga R: 10,1 S:10,6 T:9,6	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42- Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 5

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 5						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no esté fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 5 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 5						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 5 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 5						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 5 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 5						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 48. Corriente con carga R: 20,7 S:20,5 T:23,3	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 6						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 6 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 6						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 6 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 6						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaría	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaría	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinear la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 6 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 6						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 31,5. Corriente con carga R: 12,2 S:11,2 T:13	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 7

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 7						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 7 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 7						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 7 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 7						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Cinta # 7 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 7						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 18,25. Corriente con carga R: 7,7 S:7,1 T:8,2	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45– Plan de Mantenimiento para la Cinta # 8

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 8						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 8 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 8						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 8 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 8						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinear la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 8 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 8						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 18,25. Corriente con carga R: 8,4 S:9,9 T:9,3	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 9

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 9						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 9 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 9						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 9 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 9						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46 - Plan de Mantenimiento para la Cinta # 9 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA # 9						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 19,2. Corriente con carga R: 6,2 S:5,2 T:6,3	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 - Plan de Mantenimiento para la Cinta Polvillo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA POLVILLO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 - Plan de Mantenimiento para la Cinta Polvillo (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA POLVILLO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 - Plan de Mantenimiento para la Cinta Polvillo (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA POLVILLO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinear la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 - Plan de Mantenimiento para la Cinta Polvillo (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA POLVILLO						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 17,2. Corriente con carga R: 5 S:4,2 T:5,5	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48 - Plan de Mantenimiento para la Cinta de Transferencia

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA DE TRANSFERENCIA						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Chumaceras	Diaria	Lubricar todas las chumaceras de la cinta cada 12 horas de trabajo efectivas *	Normal	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:20:00
		Revisar que la grasa no se desborde a través de la pista y el pitillo de grasa este obstruido	Moderada	Observación Visual	1 Lubricador	0:10:00
	Semanal	Inspeccionar que la pista de la chumacera no este fracturada, esto se detecta si la chumacera esta desnivelada	Alta	Inspección visual	1 Lubricador	
Reductor	Semanal	Completar Aceite si el reductor presenta fugas sin sobre pasar la rosca de nivel	Alta	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Revisar que la estopera no presente bote de aceite, si es así deberá disminuir las cantidades de aceite suministrados al reductor		Inspección visual		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48 - Plan de Mantenimiento para la Cinta de Transferencia (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA DE TRANSFERENCIA						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Reductor	Semanal	Verificar la alineación de las poleas que el ángulo horizontal no sobrepase los 0,5° de diferencia *	Normal	Varilla, transportador	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00
		Revisar que la polea no presente fisuras y desgaste, esto último es visible si la correa no está a nivel de los canales en "v" de la polea.		Inspección visual	1 Mecánico	0:10:00
	Anual	Destapar el reductor y revisar que los engranajes y rodamientos no presenten desgaste, suciedad en el aceite, como virutas, tierra u otros elementos que deterioren el equipo. *	Alta	Llaves, Inspección Visual	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
Verificar el estado de los rodillos	Semanal	Si la cinta se encuentra corrida hacia algún extremo del rodillo, afloje el tensor de cola del lado que desee que se alineé la cinta, si no es suficiente utilice la estación de alineación	Normal	Llaves, Palancas	1 Mecánico 2 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48 - Plan de Mantenimiento para la Cinta de Transferencia (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA DE TRANSFERENCIA						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado de los rodillos	Diaria	Verifique si los rodillos se encuentran girando de forma continua y a la misma velocidad que la cinta *	Moderada	Inspección Visual	1 Ayudante	0:20:00
		Verificar el desgaste si, el eje céntrico se encuentra haciendo contacto con la parte superior del rodillo y por ruidos que indican desgaste de las rolineras	Alta	Inspección Visual	1 ayudante	0:20:00
Verificar el vulcanizado de los rodillos de cola y motriz	15 Días	Realizar nuevo vulcanizado si la goma se encuentra de un grosor ya fina, alrededor de 3 mm *		Servicio Externo	-	4:00:00
Estado de la Cinta	Diaria	Verificar que la cinta no presente rajaduras o se visualice la banda, esto es un indicador de desgaste	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:20:00
Tensores	Semanal	Verificar que los tensores estén apretados de forma uniforme para no desalinearse la banda		Llaves		0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48 - Plan de Mantenimiento para la Cinta de Transferencia (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CINTA DE TRANSFERENCIA						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 17,2. Corriente con carga R: 5 S:4,2 T:5,5	Moderada	Multímetro	1 Electricista	0:30:00
		Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		0:15:00
	Anual	Realizarle servicio de mantenimiento general. *	Alta	-	Servicio Externo	-
	15 Días	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:10:00
Aceite del reductor	Mensual	Cambiar el aceite cada 360 horas de trabajo efectivas *		Aceite de Eng 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:30:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49 – Plan de Mantenimiento para la Criba # 1

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CRIBA # 1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado del aceite	Diaria	Observe el Visor de Aceite y Complete el Nivel si es necesario	Normal	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:15:00
		Cambie el Aceite cada 350 Hrs de trabajo Efectivas *	Moderada			0:30:00
		Verificar la Temperatura del Aceite que no sobrepase los 80 °C	Alta	Pistola Laser Piro métrica	1 Lubricador	0:20:00
Cedazos	Semanal	Cambiar las prensa mallas de los cedazos cada 100.000 Ton Procesadas *	Normal	Ganchos, Equipo de Soldadura	1 Soldador 2 Ayudantes 1 Supervisor	2:30:00
Goma del Bajante	Diaria	Verificar si la goma se encuentra extremadamente seccionada para proceder a cambiarla	Normal	Tornillos, Lona de Goma	1 Mecánico 2 Ayudantes	0:30:00
Cedazo	Semanal	Cambiar el cedazo superior de 1 1/8" cada 20.000 Ton procesadas *	Moderada	Cedazos 1 1/8"	1 Mecánico 1 Soldador 3 Ayudantes	1:00:00
Bajante	Mensual	Realizar el revestimiento del bajante de entrada y salida cada 200.000 Ton Procesadas *	Normal	Equipo de Soldadura, Equipo de Oxycorte	1 Soldador 2 Ayudantes	1:00:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Criba #1 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CRIBA # 1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Placa de Impacto	15 Días	Cambiar las placas de impacto cada 250.000 Ton procesadas *	Moderada	Equipo de Soldadura, Equipo de Oxicorte, Planchas de acero	1 Soldador 1 Mecánico 2 Ayudantes 1 Supervisor	1:30:00
Motor	Semanal	Verifique si las correas presentan alguna fisura para realizar el cambio	Moderada	Criba #1 Correas C-105 Criba #2 Correas D-105	2 Ayudantes	0:15:00
	15 Días	Verificar la alineación de la polea del motor con la polea de la criba y que el ángulo no sobre pase los 0,5° grados de diferencia	Moderada	Varilla y Transportador	1 Mecánico	
	Anual	Realizar servicio de mantenimiento general *	Alta	Servicio Externo	-	-
	15 Días	Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 32,7. Corriente con carga R: 15,8 S:15,4 T:17,2 Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderado	Meger	1 Electricista	0:15:00
		Multímetro				
		Varilla y Transportador		1 Mecánico	0:10:00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Criba # 1 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CRIBA # 1						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor		Verificar que la polea no presente fisuras y que la correa este a nivel de los canales en “v”, si no es así es por síntoma de desgaste de la polea.	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:15:00
Chute de Descarga	Mensual	Realizar el revestimiento del Chute cada 100.000 Ton Procesadas *	Moderada	Equipo de Oxicorte, Equipo de Soldadura	1 Soldador 2 Ayudantes 1 Supervisor	1:00:00
Tensores	Mensual	Verificar que los tensores del motor se encuentren ajustados	Moderada	Llaves, Palanquilla	1 Mecánico 2 Ayudantes	0:20:00
		Verificar que los tensores de la criba se encuentren ajustados	Moderada	Llaves, Palanquilla	1 Supervisor	0:20:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 - Plan de Mantenimiento Preventivo para la Criba # 2

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CRIBA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Verificar el estado del aceite	Diaria	Observe el Visor de Aceite y Complete el Nivel si es necesario	Normal	Aceite de Engranaje 320	1 Lubricador 1 Ayudante	0:15:00
		Cambie el Aceite cada 350 Hrs de trabajo Efectivas *	Moderada			0:30:00
		Verificar la Temperatura del Aceite que no sobrepase los 80 °C	Alta	Pistola Laser Piro métrica	1 Lubricador	0:20:00
Cedazos	Semanal	Cambiar los Ganchos de los cedazos cada 100.000 Ton Procesadas *	Normal	Ganchos, Equipo de Soldadura	1 Soldador 2 Ayudantes 1 Supervisor	2:30:00
Goma del Bajante	Diaria	Verificar si la goma se encuentra extremadamente seccionada para proceder a cambiarla	Normal	Tornillos, Lona de Goma	1 Mecánico 2 Ayudantes	0:30:00
Cedazo	Semanal	Cambiar el cedazo superior de 1 1/8" cada 20.000 Ton procesadas *	Moderada	Cedazos 1 1/8"	1 Mecánico 1 Soldador 3 Ayudantes	1:00:00
Bajante	Mensual	Realizar el revestimiento del bajante de entrada y salida cada 200.000 Ton Procesadas *	Normal	Equipo de Soldadura, Equipo de Oxycorte	1 Soldador 2 Ayudantes	1:00:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Criba # 2 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CRIBA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Placa de Impacto	15 Días	Cambiar las placas de impacto cada 250.000 Ton procesadas *	Moderada	Equipo de Soldadura, Equipo de Oxicorte, Planchas de acero	1 Soldador 1 Mecánico 2 Ayudantes 1 Supervisor	1:30:00
Motor	Semanal	Verifique si las correas presentan alguna fisura o desgaste para realizar el cambio	Moderada	Criba #1 Correas C-105 Criba #2 Correas D-105	2 Ayudantes	0:15:00
	15 Días	Verificar la alineación de la polea del motor con la polea de la criba y que el ángulo no sobre pase los 0,5° grados de diferencia	Moderada	Varilla y Transportador	1 Mecánico	
	Anual	Realizar servicio de mantenimiento general *	Alta	Servicio Externo	-	-
	15 Días	Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 49. Corriente con carga R: 20,5 S:23 T:20,7 para el motor derecho	Moderado	Meger Multímetro	1 Electricista	0:15:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 – Plan de Mantenimiento Preventivo para la Criba # 2 (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CRIBA # 2						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 49. Corriente con carga R: 20,9 S:22,6 T:21,7 para el motor izquierdo	Moderado	Multímetro	1 Electricista	0:15:00
		Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación		Varilla y Transportador	1 Mecánico	0:10:00
		Verificar que la polea no presente fisuras y que la correa este a nivel de los canales en “v”, si no es así es por síntoma de desgaste de la polea.	Moderada	Inspección visual	1 Mecánico	0:15:00
Chute de Descarga	Mensual	Realizar el revestimiento del Chute cada 100.000 Ton Procesadas *	Moderada	Equipo de Oxícorte, Equipo de Soldadura	1 Soldador 2 Ayudantes 1 Supervisor	1:00:00
Tensores	Mensual	Verificar que los tensores del motor se encuentren ajustados	Moderada	Llaves, Palanquilla	1 Mecánico 2 Ayudantes	0:20:00
		Verificar que los tensores de la criba se encuentren ajustados	Moderada	Llaves, Palanquilla	1 Supervisor	0:20:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51 - Plan de Mantenimiento Preventivo para los Molino 57S y 44FC.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MOLINO 57S Y 44FC						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Aceite de engranaje del molino	Diaria	Observe el Visor de Aceite y Complete el Nivel si está por debajo de la marca de ¾" full del sistema hidráulico	Normal	Aceite Engranaje 220	1 Lubricador 1 Ayudante	0:10:00
		Cambiar el aceite del sistema hidráulico cada 300 horas de trabajo efectivas *	Alta			1:00:00
		Observe el Visor de Aceite y Complete el Nivel si está por debajo de la marca de ¾" full del sistema de lubricación	Normal	Aceite Engranaje AW 68		0:10:00
		Cambiar el aceite del sistema de lubricación cada 300 horas de trabajo efectivas *	Alta			1:00:00
Dispositivos del molino que utilizan grasa	Semanal	Lubricar los Gatos Hidráulicos cada 112 horas de trabajo efectivas *	Moderada	Grasera, Grasa Movil Grace	1 Lubricador 1 Ayudante	0:15:00
		Lubricar el Tazón del molino cada 112 horas de trabajo efectivas *				0:10:00
		Lubricar la Bomba hidráulica cada 150 horas de trabajo efectivas *	Alta			0:05:00
		Lubricar el Motor cada 300 horas de trabajo efectivas	Moderada			

Fuente: Elaboración Propia

51 – Plan de Mantenimiento Preventivo para los Molino 57S y 44FC (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MOLINO 57S Y 44FC						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Manto	Mensual	Cambiar el manto fijo cada 200.000 Ton procesadas *	Alta	Repuesto Telsmith	1 Mecánico 3 Ayudantes 1 Supervisor	6:00:00
		Cambiar el Manto Movil cada 200.000 Ton procesadas *				
Motor	15 Días	Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 354 Corriente con carga R: 71,1 S:72,2 T:87,2 (Molino 57S)	Moderada	Multimetro	1 Mecánico 2 Ayudantes 1 Supervisor	0:30:00
		Realizar prueba de consumo y verificar que no exceda de: Consumo en vacío Nominal 296 Corriente con carga R: 135 S:132 T:137,5 (Molino 44FC)				
	15 Días	Realizar prueba de megado y verificar que la medición no esté por debajo de k/ohms		Meger		
	Anual	Realizar servicio de mantenimiento general *	Alta	-	Servicio externo	-
	Mensual	Verificar la alineación de la polea del motor con la polea del molino, que el ángulo no sobre pase los 0,5° grados de diferencia	Moderada	Varilla y Transportador	1 Mecánico	0:10:00

Fuente: Elaboración Propia

51 – Plan de Mantenimiento Preventivo para los Molino 57S y 44FC (Continuación)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MOLINO 57S Y 44FC						
INSPECCIÓN	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD	PRIORIDAD	MATERIALES Y/O REPUESTOS	ASIGNADO A	Hrs PROGRAMADAS
Motor	Mensual	Verificar que el ángulo de las correas de polea a polea este en 45° grados de inclinación	Moderada	Transportador	1 Mecánico	0:20:00
		Verificar que la polea no presente fisuras y que la correa este a nivel de los canales en "v", si no es así es por síntoma de desgaste de la polea.		Inspección visual		
Eje Excéntrico	Anual	Servicio General al Eje excéntrico *	Alta	Repuesto Telsmith si requiere cambio	Servicio externo	-
Campana	15 Días	Reforzar tapa de campana móvil con soldadura si los tornillos han perdido su agarre	Alta	-	1 Soldador 2 Ayudantes 1 Supervisor	16:00:00
		Cambiar los trompos cada 250.000 Ton procesadas aproximadamente				
Pistorrin	Visualizar cada vez que se levanten los mantos	Cambiar el pistorrin si presenta fisuras o por motivos de desgaste se encuentre desnivelada	Alta	Repuesto Externo	1 Mecánico 2 Ayudantes 1 Supervisor	0:20:00

Fuente: Elaboración Propia



PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El sistema S.A.R.E. contiene un cronograma con los días laborables al año y se lleva cierta programación sobre el mantenimiento, pero para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo de manera más eficiente se anexo un sistema de alarma por colores, donde cada uno de ellos indica una acción a realizar, cabe destacar que esta alarma esta independizada por actividad y frecuencia respectivamente, donde las frecuencias estarán dadas por dos variables, la primera por las horas de trabajo efectivas que se leerán por horometro y la segunda variable por la cantidad de toneladas procesadas.

La programación que se anexo al sistema S.A.R.E. se realizó en base a los mantenimientos realizados desde el 1 de enero del 2011 hasta el 29 de febrero del 2012, donde hubo datos que se tomaron como punto base, ya que existían actividades la cual no se contaban con su frecuencia establecida como tal, por otra parte existían datos que fueron reajustados dentro de la programación que se encontraban desfasados, debidamente para todos estos ajustes de frecuencia se tomó en consideración los datos recabados del estudio con el periodo de tiempo seleccionado, los datos técnicos por fabricante y consideraciones de los encargados del mantenimiento en Cantera Con-Piedra C.A.

Un nuevo apoyo para la programación del sistema S.A.R.E., fue la inclusión de la formula aritmética del tiempo promedio entre fallas (TPEF) con el fin de mantener el seguimiento de las frecuencias y sostener un reajuste continuo en el día a día de las operaciones en Cantera Con-Piedra C.A., de igual forma se anexo una base de datos para la lectura de los horometros y toneladas de material procesado. También dentro de la reestructuración del



sistema S.A.R.E. se sub-dividieron las actividades de mantenimiento dependiendo de su índole, con el fin de organizar y poder observar con mayor claridad y homogeneidad la información mostrada por el propio sistema.

Cabe destacar que cada reestructuración, bien sea visual o de alimentación al sistema, se realizó de manera independiente por equipo tomando las consideraciones necesarias para ello, donde toda esta elaboración fue realizada bajo la programación del Software Excel 2010.

FORMATO DE CONTROL SOBRE EL LUBRICADO DE LOS EQUIPOS FIJOS DE TRITURACIÓN DE PIEDRA EN CANTERA CON-PIEDRA C.A.

Cantera Con-Piedra C.A. ahora cuenta con un nuevo formato de control diseñado en Excel 2010 donde podrá registrar las actividades de mantenimiento referidas a la lubricación de los equipos de trituración de forma detallada y concreta, el formato ayudara a mantener un seguimiento constante sobre las actividades y cantidades de lubricante utilizados dando un aporte importante con respecto a la organización y programación de acciones de mantenimiento en la planta.

Desde el momento de su implementación se empezará a contar con una base de datos confiable detallada por cada dispositivo, donde se podrán observar los días y veces que se han lubricado, como también las cantidades de lubricante que se ha utilizado con cada uno de ellos y a manera de representación gráfica se observara de forma semanal y mensual las totalidades de los lubricantes utilizados. Para poder visualizar tales

resultados el lubricador deberá suministrar información concreta sobre la realización de su actividad, para ello se realizó una planilla de control que deberá llenar luego de su jornada de trabajo, allí plasmara de forma sencilla y precisa lo necesario para alimentar la base de datos previamente diseñada, dicha planilla contiene de forma precisa los puntos clave de lubricación. Esta planilla se encuentra señalada en el apéndice 18.

La utilización del Formato de Control se describe a continuación ya que es una nueva aplicación anexada al sistema S.A.R.E.

El formato lleva como nombre “Control de Lubricación”, donde lo primero que se visualiza al abrir el archivo es la página principal donde se vaciaran las cantidades de lubricante utilizado por cada dispositivo (Ver Figura 2), donde estos se encuentran clasificados por el tipo de lubricante que utilizan, del lado izquierdo se encuentran los equipos que necesitan grasa y del lado derecho los que necesitan aceite.



Figura 2– Página Principal del Formato de Control.

Fuente: Elaboración Propia

Para la registración de los datos referente a la lubricación de los equipos con grasa el procedimiento es el siguiente:

Como primera opción en la columna “DÍA”, se debe colocar de forma numérica solo el día del mes en que se realizó la lubricación y de manera automática la columna “FECHA” especificara el momento exacto que se realizó la actividad dando el día y mes de modo textual con su respectivo año, este procedimiento es igual para ambos renglones, el de equipos de aceite y grasa. En la columna “EQUIPO” en el renglón de grasa, se encuentran dos (2) sub columnas, donde ambas se utilizan por medio de despliegues de listas ubicadas en cada celda de la sub columna correspondiente, donde la sub columna de la izquierda contiene la lista de los equipos en general que utilizan grasa (Ver Figura 3) y la columna de la derecha la lista con los dispositivos específicos donde se aplica la lubricación (Ver Figura 4), aquí se debe elegir el dispositivo correspondiente al seleccionado en la lista anterior para mantener coherencia con respecto a lo ubicado en planta.

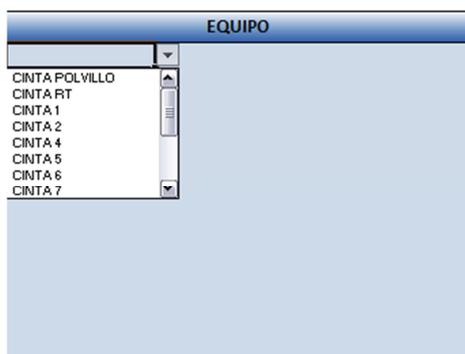


Figura 3– Despliegue de la lista de los equipos fijos de forma general.

Fuente: Elaboración Propia

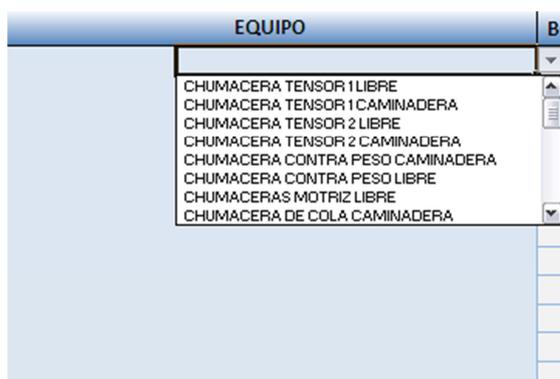


Figura 4- Despliegue de la Lista de los Dispositivos de Forma Específica.

Fuente: Elaboración Propia

La columna siguiente es la de “BOMBEADAS”, aquí se colocan las cantidades de bombeadas que se le colocaron al dispositivo e inmediatamente de forma automática se realiza la conversión equivalente a gramos de grasa en la columna “CANTIDAD (Gr)”; y por último la columna “OBSERVACIÓN”, donde se colocará cualquier nota con respecto al dispositivo seleccionado (Ver Figura. 5)

BOMBEADAS	CANTIDAD (Gr)	OBSERVACION
20	62,4	En mal estado

Figura 5- Especificación de las cantidades de lubricante utilizadas por dispositivo y observación respecto al mismo.

Fuente: Elaboración Propia

Para la registraci3n de los datos referente a la lubricaci3n de los equipos con aceite el procedimiento es el siguiente:

En el rengl3n de los equipos que utilizan aceite en la columna "EQUIPO" se puede desplegar la lista con todos los dispositivos que utilizan este tipo de lubricante y seleccionar el que haya sido lubricado en su determinado momento (Ver Figura 6).

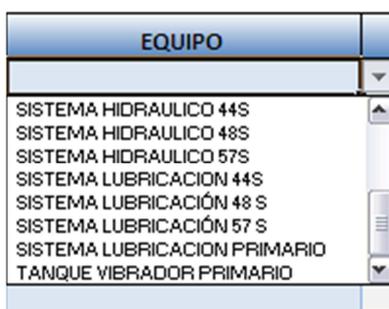


Figura 6- Despliegue de la lista de dispositivos que son lubricados con aceite.

Fuente: Elaboraci3n Propia

Para la columna "CANTIDAD L" se debe colocar la cantidad num3rica de aceite utilizada para lubricar al dispositivo en cuesti3n y a continuaci3n la columna "OBSERVACION" que se llenar3 solo si es necesario agregar alg3n comentario relevante (Ver Figura 7).



CANTIDAD (L)	OBSERVACION

Figura 7- Especificación de las cantidades de aceite en litros y observación respecto al mismo.

Fuente: Elaboración Propia

Con la fácil aplicación del Formato de Control, este se puede poner en práctica fácilmente y no obstante también las referencias cuantitativas adicionales que ilustra al leer los datos suministrados, tales ilustraciones y procedimiento para observarlos son las siguientes:

Al darle clic sobre el icono “GRAFICAS” (Ver Figura 1) se podrán observar de manera resumida las cantidades de lubricante utilizadas, se visualizan las cantidades por semana, también la semana máxima y mínima de utilización de lubricante, la cantidad total y el promedio del mes. (Ver Figura 8), con esto se puede llevar un control sobre las cantidades de lubricante que se están utilizando y poder anticipar las nuevas adquisiciones de lubricante y no ver interrumpida la rutina de mantenimiento con respecto a la lubricación.

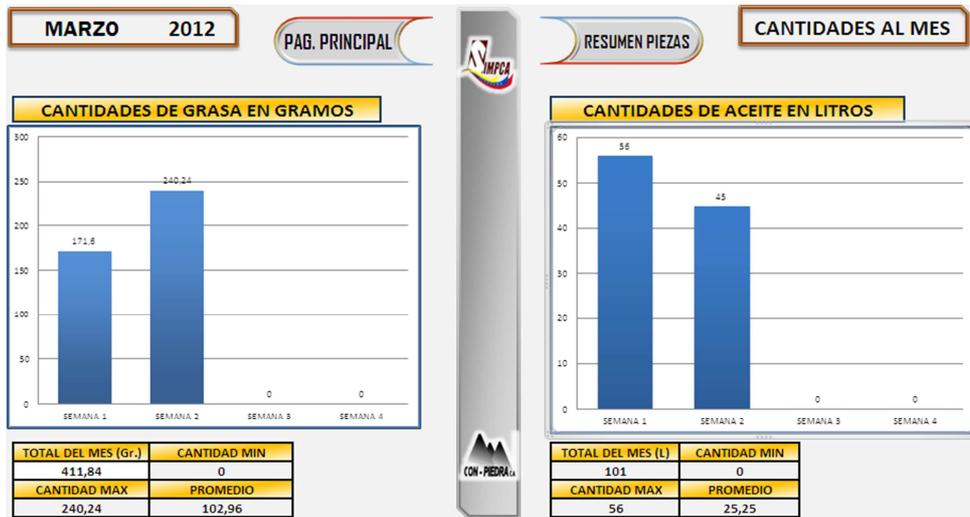


Figura 8- Resumen de Lubricante Utilizado al Mes.

Fuente: Elaboración Propia

Al hacer clic en el icono “RESUMEN PIEZAS” (Ver Figura 8) o en la página principal del programa “EQUIPOS” (Ver Figura 1), dirige a un resumen donde de forma automática contabiliza las veces que se ha lubricado un dispositivo en específico, donde se puede visualizar por separado los que utilizan aceite y grasa (Ver Figura 9 y 10), esto con el fin de poder visualizar de forma más clara y rápida que equipo sea a lubricado o a cual no se le ha hecho su mantenimiento de lubricación.

	CH-MOTRIZ		CH-RETORNO		CH-COLA		CH-CONTRA PESO	
	Lib	Cam	Lib	Cam	Lib	Cam	Lib	Cam
Cinta 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cinta 2	0	0	0	0	0	0	CH-TENSOR 1	
Cinta 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Cinta 5	0	0	0	0	0	0	CH-TENSOR 2	
Cinta 6	0	0	0	0	0	0	0	0
Cinta 7	0	0	0	0	0	0		
Cinta 8	0	0	0	0	0	0		
Cinta 9	0	0	0	0	0	0		
Cinta Polvillo	0	0			0	0		
Cinta TR	0	0			0	0		
	Gatos		Motor		Bomba de Aceite			
Molino 48s	0		0		0			
Molino 44s	0		0		0			
Molino 57s	0		0		0			
	Mesa Basculante Delantera		Mesa Baculante Trasera		Motor			
	Lib	Cam	Lib	Cam	Nº 1	Nº2		
CRIBA 1								
CRIBA 2	0	0	0	0				

Figura 9- Control de los dispositivos que han sido lubricados con grasa.

Fuente: Elaboración Propia

	VECES	LITROS		VECES	LITROS
REDUCTOR B-1	0	0	SISTEMA HIDRAULICO 57s	0	0
REDUCTOR B-2	0	0	SISTEMA LUBRICACIÓN 57s	0	0
REDUCTOR B-4	0	0	SISTEMA HIDRAULICO 48s	0	0
REDUCTOR B-5	0	0	SISTEMA LUBRICACIÓN 48s	0	0
REDUCTOR B-6	0	0	VIBRO PRIMARIO	0	0
REDUCTOR B-7	0	0	SIST. LUBRICACION PRIMARIO	0	0
REDUCTOR B-8	0	0	SISTEMA HIDRAULICO 44s	0	0
REDUCTOR B-9	0	0	SISTEMA LUBRICACION 44s	0	0
REDUCTOR RT	0	0			
REDUCTOR POLVILLO	0	0			

Figura 10 - Control de los dispositivos que ha sido lubricado con aceite

Fuente: Elaboración Propia

Cabe destacar que esta programación fue realizada en formato Excel 2010 ya que éste es el que utiliza actualmente Cantera Con-Piedra C.A. para la programación del mantenimiento y esta aplicación se encuentra como nuevo suplemento para el sistema S.A.R.E.

CANTIDADES DE LUBRICANTE

Se cuanta con las cantidades de lubricante que utiliza cada dispositivo ubicado en Cantera Con-Piedra C.A., esto con el fin de poder empezar a llevar las estadísticas y seguimiento correspondiente y determinar las cantidades que consume el equipo en un determinado tiempo de trabajo, seguimiento que podrá ser posible a través del formato de control descrito en el punto anterior.

Las cantidades de grasa que se le aplica a cada equipo fue determinada contabilizando las bombeadas suministradas con la grasera manual destinada para esta labor, esta actividad se realizó en repetidas ocasiones para promediar los valores recolectados, sin embargo esto no expresa un resultado como tal, para lograr el objetivo deseado se obtuvo ayuda del laboratorio de calidad de la empresa SIMPCA para pesar las muestras recabadas procedentes de la grasera manual, de allí se obtiene que en promedio cada bombeada pesa en gramos la cantidad de 3,12 gr., pues así realizando el producto de ambos datos resulta la cantidad promedio de grasa por dispositivo, a continuación se presentan estas cantidades:

Tabla 52– Cantidad Promedio de Grasa por Dispositivo en Gramos.

GRASA	CH-MOTRIZ (Grs)		CH-RETORNO (Grs)		CH-COLA (Grs)		CH-CONTRA PESO (Grs)	
	Lib	Cam	Lib	Cam	Lib	Cam	Lib	Cam
Cinta 1	305,76	308,24	140,40	146,64	137,28	143,52	149,76	146,64
Cinta 2	324,48	308,88			131,04	142,44	CH-TENSOR 1	
Cinta 4	84,24	78			87,36	78	177,84	171,14
Cinta 5	296,40	302,64			81,12	84,24	CH-TENSOR 2	

Tabla 52 – Cantidad Promedio de Grasa por Dispositivo en Gramos. (Continuación)

Cinta 6	74,88	78			146,64	163,20	162,24	171,22
Cinta 7	274,56	287,04			112	146,64		
Cinta 8	152,88	162,24			146,64	156		
Cinta 9	268,32	283,92			163,20	143,52		
Cinta Polvillo	152,88	162,24			163,20	165,36		
Cinta TR	136,16	131,04			140,40	127,92		
	Gatos (Grs)		Motor (Grs)		Bomba de Aceite (Grs)			
Molino 44s	15,6		15,6		15,6			
Molino 57s	15,6		15,6		15,6			
	Mesa Basculante Delantera		Mesa Basculante Trasera		Motor			
	Lib	Cam	Lib	Cam	Nº 1	Nº2		
CRIBA 2	115,44	127,92	147,20	121,68	15,6	15,6		

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

- CH: Chumacera
- Lib: Libre
- Cam: Caminaría

De esta forma se identifican los extremos de las cintas transportadoras donde se encuentran ubicadas las chumaceras.

Estas cantidades por cada chumacera varían dependiendo del tamaño de las mismas, también por el trabajo realizado y al medio ambiente el cual se está expuesto. Cabe destacar que estas cantidades están promediadas, y que a través del tiempo podrán ser ajustados con la ayuda del formato de control.

Ahora bien, para las cantidades de aceite se recopiló información de algunos manuales suministrados por el fabricante y los datos faltantes se determinaron a través de la aplicación de la actividad de lubricación.

Las cantidades en litros son las siguientes:

Tabla 53– Cantidad de Aceite por Equipo.

REDUCTOR B-1	5 L	SISTEMA HIDRÁULICO 57s	103 L
REDUCTOR B-2	7 L	SISTEMA LUBRICACIÓN 57s	416 L
REDUCTOR B-4	5 L	SISTEMA HIDRÁULICO 48s	102 L
REDUCTOR B-5	35 L	SISTEMA LUBRICACIÓN 48s	416 L
REDUCTOR B-6	5 L	VIBRO PRIMARIO	52 L
REDUCTOR B-7	5 L	SIST. LUBRICACIÓN PRIMARIO	20 L
REDUCTOR B-8	5 L	SISTEMA HIDRÁULICO 44s	102 L
REDUCTOR B-9	5 L	SISTEMA LUBRICACIÓN 44s	416 L
REDUCTOR RT	5 L	REDUCTOR POLVILLO	5 L

Fuente: Elaboración Propia

Las cantidades de aceite que se utilizan para cada componente son adecuadas ya que se puede estar atento a esto a través de los visores o referencias de nivel de cada equipo. Cabe señalar que estas cantidades son las capacidades exactas de cada tanque más no lo que consumirá mensualmente que sería lo ideal.



SISTEMA DE INDICADORES

El sistema de indicadores diseñado consiste en un conjunto de indicadores relacionados entre sí, que tienen como objetivo mejorar los procesos, actividades y uso de recursos críticos, controlando el grado de cumplimiento de los objetivos de la organización. Además, el sistema de indicadores permitirá tomar decisiones acertadas y emprender acciones correctivas y preventivas, basadas en sus resultados, por lo que representa un medio efectivo para controlar la gestión de mantenimiento.

Fueron diseñados cuatro (4) indicadores que permitirán controlar los procesos. Las características definidas para cada indicador son:

- **Indicador:** Se define la denominación del indicador.
- **Descripción:** Consiste en una breve descripción del indicador y lo que indica su resultado.
- **Fórmula:** Expresión matemática para el cálculo del indicador.
- **UM:** Unidad de medida en que se expresa el indicador.
- **Responsable de seguimiento:** Personal encargado del seguimiento de los resultados del indicador.
- **Frecuencia:** Periodicidad con que se calcula el indicador.

En la Tabla 54, se muestran los indicadores con sus respectivas características.

Tabla 54– Fórmulas Matemáticas Empleadas en el Sistema de Indicadores.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA	UM	RESPONSABLE DEL SEGUIMIENTO	FRECUENCIA
Tiempo Promedio Entre Fallas	Tiempo medio transcurrido hasta la llegada de una falla.	$TPEF = \frac{\sum TAF}{n}$	Hrs , Ton	Planificador	Mensual
Confiabilidad	Medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo.	$CONF = \frac{Hrs. Per. - \sum Hrs. Mtto Corr.}{Hrs. Periodo}$	%	Ejecutor de Mantenimiento	Mensual
Disponibilidad	Expresa el tiempo que el equipo está disponible para producir.	$DISP = \frac{Hrs. Per. - \sum Hrs. Mtto}{Hrs. Periodo}$	%	Ejecutor de Mantenimiento	Mensual
Desviación Estándar	Medida del grado de dispersión de los datos	$\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$	Hrs , Ton	Planificador	Mensual

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

- TPEF.: Tiempo promedio entre fallas.
- CONF.: Confiabilidad.
- DISP.: Disponibilidad.



- σ^2 .: Desviación Estándar.
- Per.: Periodo.
- TAF.: Tiempo Promedio antes de la Falla.
- n .: Número de Fallas.
- \bar{x} : Promedio.
- x_i : Dato.

Tales indicadores se encuentran anexados en el sistema S.A.R.E. como complemento del mismo, estos se actualizarán diariamente si se procede a cargar la base de datos diseñado para tal fin, de esta manera se podrán hacer los ajustes necesarios para la planificación del mantenimiento de forma precisa.

Estos indicadores mantendrán su evaluación correspondiente por actividad, es decir; cada equipo contiene distintos tipos de mantenimientos el cual están desglosadas en el sistema S.A.R.E., de allí se podrá llevar el seguimiento de cada una de ellas utilizando los indicadores antes descritos.



CONCLUSIONES

El establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo permite a la empresa, detectar las posibles fallas que se generen en el proceso de trituración de piedra, permitiendo así la disminución de imprevistos que generen pérdida de tiempo, dinero, de confiabilidad y seguridad a sus clientes.

La aplicación de un sistema de indicadores permite el control de la gestión de mantenimiento a fin de reducir costos y mantener una producción constante.

En referencia a lo expuesto previamente y en función del alcance del trabajo, se puede concluir:

1. La descripción de los elementos de planta de Cantera Con-Piedra C.A. permitió la familiarización con el proceso que lleva a cabo la empresa.
2. El estudio de la situación actual de la gestión de mantenimiento permitió conocer entre otras cosas:
 - 2.1 El plan de mantenimiento que lleva a cabo la empresa Con-Piedra C.A., es basado en los imprevistos y zonas críticas, es decir no se establece un cronograma de las actividades a realizar con las posibles fechas previstas.



2.2 La disponibilidad del primario fue de 79,24% y la del secundario de 57,28% muy por debajo de lo deseado por la empresa del 98%.

2.3 La confiabilidad del primario fue de 87,26% y la del secundario 65,73% demostrando que las actividades de mantenimiento fueron en su mayoría correctivos.

2.4 Los tiempos promedios entre fallas demostraron que las incidencias de imprevistos se presenta prácticamente a diario en ambos sectores de la planta de cantera Con-Piedra C.A., pues así, para el sector primario cada 5:16 *Hrs* y el secundario cada 4:44 *Hrs*.

2.5 La lubricación de los dispositivos que utilizan grasa se encuentran totalmente desfasados con el deber ser ya que estos necesitan ser atendidos constantemente, hecho que no se está llevando a cabo en la empresa.

2.6 Luego del análisis de criticidad, se pudo determinar que los equipos que necesitan mayor atención de mantenimiento son el molino primario, el molino 57S, la criba #1 y las cintas transportadoras.

3. El esquema del plan de mantenimiento llegó a abarcar puntos adyacentes como lo fueron:



3.1 El diseño del plan de mantenimiento definiendo las actividades, las inspecciones y los periodos de tiempo en los cuales serán efectuadas, con la finalidad de aplacar el índice de fallas generadas en planta.

3.2 El rediseño del software S.A.R.E. con la inclusión de la programación de las frecuencias de mantenimiento a través de un sistema de alarma.

3.3 La fijación de los indicadores en el software S.A.R.E. para mantener un ajuste actualizado para la realización de los mantenimientos preventivos.

4. Se diseñó un formato de control para el registro de las actividades de mantenimiento referentes a la lubricación.

4.1 Se determinaron las cantidades de lubricante que utiliza cada dispositivo en la planta con el fin de empezar a realizar el seguimiento manejando un punto base.



RECOMENDACIONES

Adicionalmente a la puesta en marcha del sistema de gestión de mantenimiento es decir, el plan de mantenimiento preventivo y el sistema de indicadores, se deben implementar ciertas medidas para mejorar el proceso de producción por la empresa Con-Piedra C.A. Estas medidas se expresan a continuación:

1. divulgar el sistema de mantenimiento propuesto a todo el personal involucrado en el mantenimiento de planta. Lo anterior se puede lograr a través de la realización de, talleres prácticos y charlas dirigidas por el líder técnico o supervisor.
2. Establecer grupos técnicos de trabajo, ya sea mantenimiento preventivo, correctivo o programado.
3. Motivar a los empleados, con la finalidad de que los mismos realicen sus actividades, sin mayores problemas y con la mejor disposición.
4. Realizar un stock de elementos, herramientas y equipos que se deban implementar para la puesta en marcha del plan.



5. Llevar el registro o control, de los cambios, reparaciones o nuevas instalaciones que se realicen en los elementos con mayor regularidad y exactitud, como también mantener un seguimiento de la información, a fin de conocer con precisión los parámetros de mantenimiento.

6. Efectuar estudios de criticidad a una frecuencia fija a modo de evaluación y corrección de los planes de mantenimiento y de los estándares de funcionamiento de los elementos de planta.

7. Aplicar las técnicas del mantenimiento centrado en la confiabilidad, disponibilidad y los tiempos promedios entre fallas de los elementos de planta.

8. Revisar y actualizar el sistema de mantenimiento propuesto en lapsos de 1 año, tomando en cuenta la obsolescencia de los equipos y las modificaciones que se realicen.

9. Llevar un control de los índices o parámetros de mantenimiento a fin de verificar el comportamiento de los elementos.

10. Alimentar y actualizar el sistema S.A.R.E. con la información necesaria ya que se encuentra en un periodo de inicio de operatividad o en su defecto adquirir un software certificado destinado a la programación del mantenimiento.



BIBLIOGRAFÍA

1. BALESTRINI ACUÑA, Mirian (2002). Como se Elabora el Proyecto de Investigación, Caracas, BL Consultores Servicio Editorial, Sexta Edición.
2. Cristian Opazo Mino, Chile (2006). Implementación de un Sistema de Inspección de Mantenimiento. RIL editores 2005.
3. García Garrido, Santiago (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento. Ediciones Díaz De Santos S.A. 1ra. Edición. Madrid-España.
4. Gary Dessler(2001). Administración de personal. Ediciones Pearson educación, 8va edición México - México.
5. SALKIND, N. (1999). Métodos de investigación. México: Prentice Hall 3era ed.



REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Amendola, Luis (2003, 18 de marzo), consultado el 25 de marzo del 2012 de
la:<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/propulsosores.asp>
2. Barringer, Paul. (1998, 20 de diciembre), consultado el día 5 de abril de 2010 de
la:<http://www.scribd.com/doc/2473297/Disponibilidad20Confiabilidad20Mantenibilidad20y20Capacidad20Parte20II>
3. Bottini, Roberto. Mantenimiento y confiabilidad Modelos de Optimización. Recuperado en Octubre de 2009, de:
<http://www.scribd.com/doc/2602908/centralizacion-y-descentralizacion>