

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(83)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	OMAR YESITH POLO QUINTERO
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA
DIRECTOR	EDWIN EDGARDO ESPINEL CLARO
TÍTULO DE LA TESIS	DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA SOLUCIONES DE INGENIERIA Y MECANIZADOS S.A.S LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR.

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO ESTÁ BASADO EN EL DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SOLUCIONES DE INGENIERÍA Y MECANIZADOS S.A.S LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR. EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO SE LLEVÓ ACABO MEDIANTE TRES OBJETIVOS QUE SON: CONOCER EL SISTEMA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS QUE HACEN PARTE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA **SOLINGMEC S.A.S**, MEDIANTE INVENTARIOS CON LA FINALIDAD DE ORGANIZAR LOS DATOS OBTENIDOS, DEFINIR LA JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA IDENTIFICAR LOS MODOS DE FALLA ASOCIADOS A SU FUNCIÓN POR MEDIO DE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD, PROGRAMAR LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO MEDIANTE INFORMACIÓN TÉCNICA RECOLECTADA ACERCA DE LOS EQUIPOS CON EL FIN DE DISMINUIR INTERVENCIONES NO CONTROLADAS Y MEJORAR LA CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD DEL ACTIVO DE ACUERDO A SU CRITICIDAD.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 83	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
-------------	---------	----------------	-----------



DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA
PLANTA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA SOLUCIONES DE INGENIERIA Y
MECANIZADOS S.A.S LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR.

AUTOR:

OMAR YESITH POLO QUINTERO

Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero mecánico bajo la
modalidad de pasantías

Director

EDWIN ESPINEL BLANCO

Magister en ingeniería

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

Ocaña, Colombia

Agosto 2016

DEDICATORIA

En la culminación de este proceso de mi carrera quiero dedicar todos mis empeños, esfuerzos y dedicación para alcanzar estos logros principalmente a Dios, a mi madre Nelis Cecilia Quintero Padilla, a mi padre Omar Antonio Polo Gutiérrez y mis hermanas Dayana Marcela Polo Quintero y Adriana Marcela Polo Quintero y a toda mi familia.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecerle a Dios por darme la sabiduría y la fortaleza de poder alcanzar esta meta importante en mi vida, por regalarme su infinito amor y bendiciones.

Gracias a mis padres Omar Antonio Polo Gutiérrez y Nelis Cecilia Quintero Padilla por el apoyo que me brindaron durante esta etapa.

A todos mis familiares por su apoyo incondicional.

A mis amigos Johan Useche, Álvaro Avendaño, Dayan Suarez, Rafa Machado, Viviana Bayona, Jeison Niño y a Elkin Castellano por su amistad y por brindarme su ayuda durante toda mi carrera.

Índice

	Pág.
<u>Capítulo 1. Diseño de un Plan de mantenimiento para los equipos de la planta de producción de la empresa soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S la Jagua de Ibirico, Cesar.</u>	16
<u>1.1. Descripción breve de la empresa</u>	16
1.1.1. Misión	18
1.1.2. Visión	18
1.1.3. Objetivos de la empresa	19
1.1.4. Valores corporativos	19
1.1.5. Políticas internas de la empresa	21
1.1.6. Descripción de la estructura organizacional de la empresa.	22
<u>1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada</u>	23
1.2.1. Planteamiento del problema	24
<u>1.3. Objetivos de la pasantía</u>	24
1.3.1 objetivo general	24
1.3.2. Objetivos específicos	25
<u>1.4. Descripción de las actividades a desarrollar</u>	26
<u>Capítulo 2.Enfoques referenciales</u>	
<u>2.1. Enfoque conceptual</u>	27
2.1.1. Mantenimiento	27
2.1.1.1. Evolución del mantenimiento a lo largo de la historia	27
2.1.1.2. Gestión del mantenimiento	29
2.1.1.3. Formas de gestión de mantenimiento	29
2.1.1.3.1. Mantenimiento correctivo	30
2.1.1.3.2. Mantenimiento preventivo	31
2.1.1.4. Mantenimiento predictivo	31
2.1.2. Inspección.	32
2.1.3. Criticidad	32
2.1.4. Análisis de criticidad	33
2.1.4.1. Equipos críticos	33
2.1.4.2. Equipo medianamente crítico	34
2.1.4.3. Equipo no crítico	34
2.1.5. Sistema de información.	34
2.1.5.1. Elementos de un sistema de información.	35
2.1.6. Codificación	35
2.1.7. Registro de equipos	36

<u>2.2. Enfoque legal</u>	37
2.2.1. Norma ISO 14224	38
2.2.2. Norma Icontec GTC 62	38
<u>Capítulo 3.informe de cumplimiento de trabajo</u>	39
<u>3.1. Presentación de resultados</u>	39
3.1.1. Objetivo específico 1: Conocer el sistema de información técnica de los equipos que hacen parte del área de producción de la empresa SOLINGMEC S.A.S , mediante inventarios con la finalidad de organizar los datos obtenidos.	39
3.1.1.1. Inventariar los equipos del área de producción.	39
3.1.1.2. Solicitar los manuales de operatividad por equipos.	40
3.1.1.3. Realizar una ficha técnica por equipos.	42
3.1.2. Objetivo específico 2: Definir la jerarquización de los equipos para identificar los modos de falla asociados a su función por medio de un análisis de criticidad.	48
3.1.2.1. Identificar los equipos críticos mediante la recolección de información.	51
3.1.2.2. Crear una matriz de criticidad para los equipos del área de producción	51
3.1.2.3. Proponer las soluciones a los modos de falla encontrados por equipo.	55
3.1.3. Objetivo específico 3: Programar las actividades de mantenimiento mediante información técnica recolectada acerca de los equipos con el fin de disminuir intervenciones no controladas y mejorar la confiabilidad y disponibilidad del activo de acuerdo a su criticidad.	57
3.1.3.1. Plan de inspección a equipos de producción.	60
3.1.3.2. Cronograma de intervenciones a equipos de producción	62
3.1.3.3. Manual de instrucción para mantenimiento preventivo	64
<u>Capítulo 4. Diagnostico final</u>	65
<u>Capítulo 5. Conclusiones</u>	66
<u>Capítulo 6. Recomendaciones</u>	67
<u>Referencias</u>	68
<u>Apéndices</u>	71

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Inventario de manuales de las máquinas y equipos.	41
Tabla 2. Código asignado a la planta de producción	48
Tabla 3. Códigos asignados para cada una de las áreas de la planta de producción	49
Tabla 4. Clasificación general de códigos por equipos	49
Tabla 5. Resultados del análisis de criticidad de los equipos	55
Tabla 6. Plantilla de análisis de AMFE realizada al equipo torno convencional	59

Índice de Cuadros

	pág.
Cuadro 1.Diagnóstico de la dependencia Matriz DOFA	23
Cuadro 2.Actividades a desarrollar durante la pasantía en SOLINGMEC S.A.S.	26
Cuadro 3.Relación entre objetivos de la organización, el proceso de producción y de mantenimiento.	28

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1.Estructura organizacional de SOLUCIONES DE INGIENERIA Y MECANIZADOS S.A.S.	21
Figura 2.Evolucion del mantenimiento	30
Figura 3.Generaciones que agrupan las mejores prácticas de mantenimiento.	31
Figura 4.Guía para la designación del código de equipos	50
Figura 5.matriz de análisis de criticidad.	54
Figura 6. Diagrama circular de resultados de análisis de criticidad.	57

Índice de Fotografías

	Pág.
Fotografía 1.Placa de la cortadora (CNC)	43
Fotografía 2.placa de la dobladora (CNC	43
Fotografía 3.Placa de la prensa hidráulica	44
Fotografía 4.Placa de la planta eléctrica	44
Fotografía 5.Placa de los esmeriles	45
Fotografía 6.Placa del equipo de corte plasma	45
Fotografía 7.Placa del monta carga	46
Fotografía 8.Placas de soldadores eléctricos Miller	47
Fotografía 9.Placa de soldadores eléctricos DC-600 Lincoln	47

Índice de Apéndices

	Pág.
Tabla 1. Inventario de manuales de las máquinas y equipos.	41
Tabla 2. Código asignado a la planta de producción	48
Tabla 3. Códigos asignados para cada una de las áreas de la planta de producción	49
Tabla 4. Clasificación general de códigos por equipos	49
Tabla 5. Resultados del análisis de criticidad de los equipos	55
Tabla 6. Plantilla de análisis de AMFE realizada al equipo torno convencional	59

RESUMEN

El presente trabajo está basado en el diseño de un plan de mantenimiento para los equipos de la planta de producción de la empresa SOLUCIONES DE INGENIERÍA Y MECANIZADOS S.A.S la jagua de iberico, cesar. El desarrollo de este proyecto se llevó acabo mediante tres objetivos que son: Conocer el sistema de información técnica de los equipos que hacen parte del área de producción de la empresa **SOLINGMEC S.A.S**, mediante inventarios con la finalidad de organizar los datos obtenidos, Definir la jerarquización de los equipos para identificar los modos de falla asociados a su función por medio de un análisis de criticidad, Programar las actividades de mantenimiento mediante información técnica recolectada acerca de los equipos con el fin de disminuir intervenciones no controladas y mejorar la confiabilidad y disponibilidad del activo de acuerdo a su criticidad.

Tras la ejecución de los objetivos se obtuvo como resultado el diseño de formatos para la recolección y levantamiento de información técnica de cada uno de los equipos con que se cuenta en el área de producción, se codificaron las máquinas y equipos, se jerarquizaron mediante un análisis de criticidad para la realización de cronogramas de intervenciones para evitar paradas inesperada y disminuir costos de mantenimientos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se plantea el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa SOLUCIONES DE INGENIERIA Y MECANIZADOS S.A.S, tiene como objetivo a seguir la continuidad del proceso productivo y alcanzar las metas en la política de gestión de calidad. De igual forma, el plan de mantenimiento preventivo contribuye en aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones programadas de los posibles puntos a falla que puedan ocasionar circunstancialmente paradas en la producción o deterioro grave de los equipos e instalaciones. Además se reducirán los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto, también se mejoran las condiciones de seguridad de los operarios de las máquinas y equipos.

Capítulo 1. Diseño de un Plan de mantenimiento para los equipos de la planta de producción de la empresa soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S la Jagua de Ibirico, Cesar.

1.1. Descripción breve de la empresa

¿Quiénes somos?

Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S. es una empresa especializada en la aplicación de recubrimientos, soldadura especializada y mecanizados, que lleva varios años sirviendo a la industria del sector energético, petrolero y minero, con todo lo relacionado en el mantenimiento mecánico integral de maquinaria pesada y liviana.

¿Qué hacemos?

Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S. Es una empresa especializada en la aplicación de recubrimientos, soldaduras especializadas y mecanizados, sirviendo a la industria con todo lo relacionado en el mantenimiento mecánico integral de maquinaria pesada y liviana, del sector energético, petrolero y minero; factor que le ha permitido consolidarse como una de las mejores empresas dedicadas a la reparación y fabricación de máquinas utilizadas para el trabajo severo y repetitivo, que permanentemente son expuestas a esfuerzos críticos y de desgaste.

Servicios

- Recubrimientos de piezas metálicas sometidas a desgastes severos.
- Mantenimiento integral de sistemas mecánicos.
- Fabricación, reparación mecanizado, ensamble, pintura, montaje e instalación de partes de maquinaria liviana y pesada.
- Reparación y fabricación de tanques de combustible.
- Reparación de auger o tornillos sin fin.
- Reparación de reductores de giro, paquetes de freno y cajas reductoras.

Especialidades

Metalmecánica: Producimos piezas o equipos metálicos, tanto estructural como herramental, tomando como insumo básico los metales, en especial las aleaciones de hierro. Para esto contamos con máquinas especializadas CNC.

Mecanizados: Fabricamos piezas utilizando técnicas CAD, CAM y CAE con software de alta tecnología con conexión a un centro de mecanizados de última generación CNC.

Recubrimientos: Somos pioneros en Colombia en el PROCESO MIG CARBIDE en el área de los recubrimientos en máquinas que trabajan sometidas a desgastes severos y METAL SPRAY para reconstrucción de baldes, dragas, bandas, feeder, roldanas, shovels, etc.

1.1.1. Misión. Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S. presta los servicios de mantenimiento integral de sistemas mecánicos, eléctricos e instrumentación de plantas industriales, equipo liviano, maquinaria pesada del sector energético, petrolero y minero. Fabricación, reparación, mecanizado, ensamble, pintura, montaje e instalación de partes de

maquinaria liviana y pesada., logrando una mayor cobertura, continuidad y calidad a lo largo del territorio colombiano.

1.1.2. **Visión.** En los próximos 10 años seremos líderes en el sector mecánico en cada una de las regiones del país, ofreciendo los servicios, con un alto sentido de productividad, responsabilidad social para mejorar la calidad de vida de nuestros empleados y clientes, trabajando de la mano con la comunidad.

1.1.3. **Objetivos de la empresa.** Garantizar que las actividades realizadas sean de manera eficaz y cumplan con una buena prestación del servicio, los requerimientos y satisfacción del cliente. Además de establecer los controles necesarios para la ejecución segura de los trabajos y/o actividades a realizar, que puedan afectar la integridad de los trabajadores o al medio ambiente.

1.1.4. **Valores corporativos.** Empresarialmente nos regimos por 12 principios básicos que son nuestros valores éticos fundamentados en el desarrollo sostenible.

- Excelencia.
- Integridad.
- Honestidad.
- Conciencia ambiental.
- Trabajo en Equipo.
- Servicio al Cliente.
- Compromiso.
- Creatividad.
- Liderazgo.
- Responsabilidad Social.
- Sana Competencia.
- Empoderamiento

1.1.5. Políticas internas de la empresa

1.1.5.1. Política de prevención de acoso laboral. Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S. se compromete a prevenir el acoso laboral manteniendo un ambiente de convivencia adecuado, conformando el comité de convivencia laboral, estableciendo el procedimiento de investigación, realizando las investigaciones de casos de acoso laboral que se presenten durante el desarrollo de las actividades administrativas y proyectos ejecutados por la empresa.

1.1.5.2. Política de no alcohol, drogas y tabaquismo. Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S., promoverá actividades encaminadas a la prevención del tabaquismo, consumo de alcohol y sustancias psicoactivas en forma coordinada con las entidades de seguridad social, en pro de evitar accidentes y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida del trabajador y su familia.

Debido a que algunas de las actividades desarrolladas por la empresa son catalogadas de alto riesgo, con alto potencial para la ocurrencia de accidentes de trabajo, y debido a los efectos que generan en el individuo las bebidas con contenido de alcohol, el consumo de cigarrillo y drogas psicoactivas como son entre otros, pérdida de reflejos, disminución de la atención y concentración, somnolencia y agresividad, y a largo plazo, problemas respiratorios, cuadros crónicos y carcinogénicos, la gerencia de **soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S.** Ha decidido prohibir:

El consumo de bebidas alcohólicas en todos los lugares de trabajo y presentarse a desempeñar sus labores con aliento alcohólico, estado de embriaguez o bajo los efectos de drogas psicoactivas.

Fumar en las instalaciones administrativas y operativas, teniendo en cuenta la variedad de material combustible existente

Esta política estará en concordancia con las disposiciones o políticas en materia de alcohol, tabaquismo y drogas de las empresas operadoras con quienes contrate la empresa, siempre y cuando no contraríen la política de **soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S.**

Para esto **soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S.** ha autorizado al Responsable de la Dirección, al Supervisor HSEQ, adelantar campañas de promoción para el no consumo de alcohol, tabaquismo y drogas, así como ejercer los controles necesarios para el estricto cumplimiento de esta política.

1.1.5.3. Política HSEQ. Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S. Presta servicios de Mantenimiento integral de sistemas mecánicos, eléctricos e instrumentación de plantas industriales, equipo liviano, maquinaria pesada del sector energético, petrolero y minero. Fabricación, reparación, mecanizado, ensamble, pintura, montaje e instalación de partes de maquinaria liviana y pesada. Orientamos nuestros esfuerzos para lograr la satisfacción de nuestros clientes, utilizando personal competente y proveedores confiables que suministren productos de excelente calidad con el fin de alcanzar una mayor participación en el mercado. Estamos comprometidos con:

- El cumplimiento de los Requisitos Legales en Seguridad Industrial, salud en el Trabajo, medio Ambiente y otros vigentes y aplicables a la actividad económica de la empresa.
- La prevención de enfermedades Laborales y accidentes de trabajo.

- La prevención de la contaminación derivados de las actividades que ejecutamos y que ponen en riesgo el bienestar de los trabajadores y el medio ambiente.

De esta forma lograr el crecimiento y viabilidad económica de la organización, mediante la asignación de Recursos para la implementación y Mejora del Sistema de Gestión, con el compromiso de la búsqueda de la eficacia y el mejoramiento continuo.

1.1.6. Descripción de la estructura organizacional de la empresa.

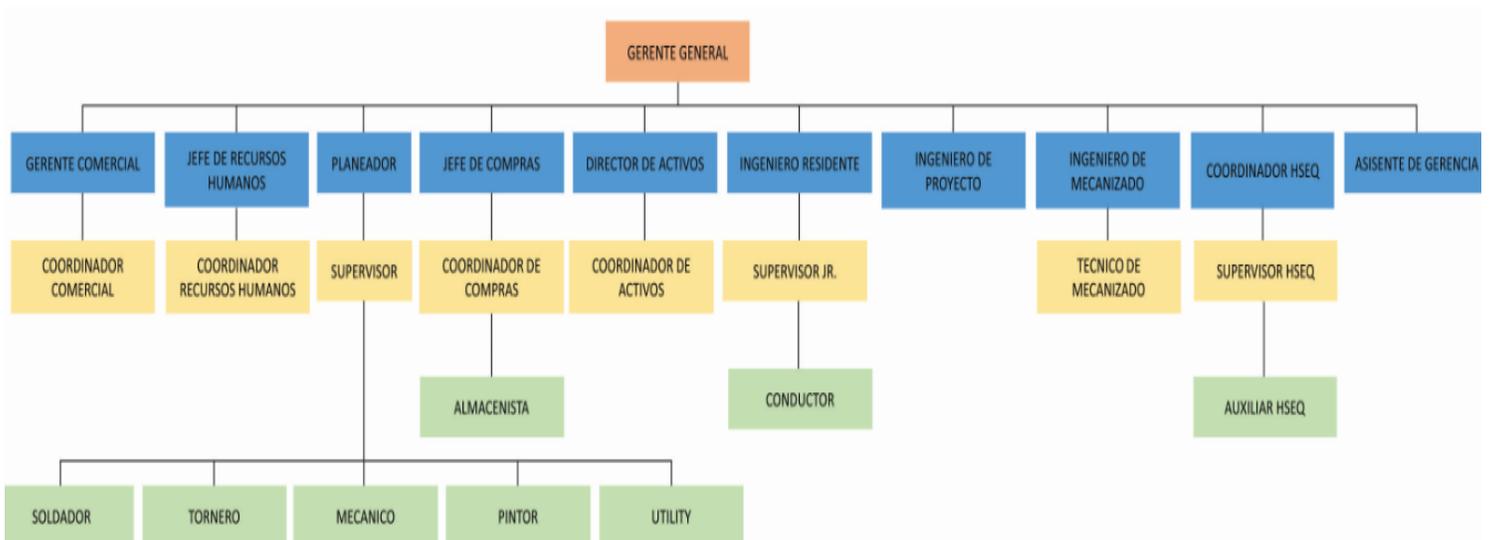


Figura 1. Estructura organizacional de SOLUCIONES DE INGIENERIA Y MECANIZADOS S.A.S. Fuente. Departamento HSEQ

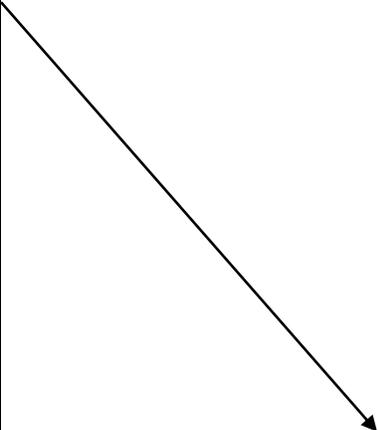
1.1.7. Descripción de la dependencia a la que fui asignado. La dependencia asignada fue en el área de producción, la cual es dirigida por un planeador y los supervisores de taller Fernando Molina Rodríguez y el Ing. John Jader Palacio Rúa quienes son los encargados de vigilar, controlar y supervisar las operaciones de la planta de producción, donde se lleva a cabo los procesos de fabricación metalmecánica y el mecanizado de los componentes de equipos industrial mineros rotativos y estáticos en el sector del carbón.

Funciones durante la pasantía:

- Brindar apoyo y asesoramiento en los procesos de producción y manufactura.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo al área de producción.
- Monitorear el buen funcionamiento y rendimiento de los equipos productivos.
- Organizar la información técnica de los equipos productivos.
- Inventariar cada equipo productivo y realizar su respectiva hoja de vida y ficha técnica.
- Crear un cronograma de mantenimiento preventivo para aumentar la confiabilidad en los equipos.

1.2. Diagnóstico Inicial de la dependencia asignada

Cuadro 1. Diagnóstico de la dependencia Matriz DOFA

	<p>FORTALEZAS Ingenieros, Supervisores, Tecnólogos y Técnicos poseen altos conocimientos de los equipos del área de producción. La empresa tiene como objetivo expandir sus servicios a distintos sectores industriales. Actualmente se encuentran certificados bajo la ISO 9001:2008</p>	<p>DEBILIDADES No se tiene un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de SOLINGMEC S.A.S. No hay registro de datos de equipos productivos. Falta de aplicación de mantenimiento correctivo incompleto debido a que no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo.</p>
<p>OPORTUNIDADES El supervisor e Ingeniero brindan toda la información necesaria y su experiencia para realizar el plan de mantenimiento. Se brinda la oportunidad de estructurar un plan de mantenimiento acorde a los requerimientos y necesidades del área de producción</p>	<p>FO Con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se quiere que las actividades del área de producción crezcan y así tener más control de estas y aumentar la confiabilidad de los equipos.</p>	<p>DO Introducir dentro de la empresa la filosofía de mantenimiento preventivo para demostrar los beneficios que tiene en su aplicación. Manejar un plan de mantenimiento preventivo fácil y práctico para que el supervisor e Ingeniero sean los que programen las actividades de mantenimiento acorde al cronograma que se otorgara.</p>
<p>AMENAZAS Incremento de fallas en los equipos de producción, que puede llevar a la aplicación de más mantenimientos correctivos irregulares. Paradas en equipos productivos que perjudican la productividad de la empresa.</p>	<p>FA Manejar un stock bajo para que no haya material sin trabajar y que con el pasar del tiempo se deteriore.</p>	<p>DA Establecer por medio del Supervisor e Ingeniero los reportes de mantenimiento preventivo programados para mantener un orden cronológico de intervenciones a equipos productivos. En caso de fallas repetitivas en un equipo convocar a una reunión con el fin de realizar un RCA para determinar la falla y acciones a tomar para mejorar el rendimiento operativo.</p>

Nota. Matriz DOFA. Fuente: Pasante del proyecto.

1.2.1. Planteamiento del problema. Actualmente en la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S. de la Jagua de Ibirico, los equipos no cuentan con un plan de mantenimiento fundamentado en los principios básicos de mantenimiento preventivo por lo cual se llevan a la falla correctiva, con base a este argumento se quiere organizar, planificar, controlar y llevar a cabo todas aquellas acciones necesarias para obtener una producción continua, conservación y una alta eficiencia en los equipos.

Este trabajo tiene como finalidad proponer un plan de mantenimiento preventivo de los equipos del sistema productivo de **SOLINGMEC S.A.S**, adaptándose a su realidad. Es necesario determinar las instrucciones de trabajo que prolongaran la vida útil de dichos equipos, así como también definir la frecuencia de intervención y mano de obra necesaria. También determinar además partes y piezas necesarias para ser reemplazadas periódicamente y/o para reducir tiempos de parada en caso que sucedan fallas predecibles.

Todo esto con la finalidad de reducir las intervenciones no planificadas en el mantenimiento correctivo de los equipos y maximizar la productividad de la empresa. Adicionalmente, se estimara el tiempo requerido para llevar a cabo las actividades preventivas y estipular la cantidad de personas necesarias para ejecutar la programación mencionada.

1.3. Objetivos de la pasantía

1.3.1 objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento a los equipos de la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S. La Jagua de Ibirico, Cesar.

1.3.2. Objetivos específicos

- Conocer el sistema de información técnica de los equipos que hacen parte del área de producción de la empresa **SOLINGMEC S.A.S**, mediante inventarios con la finalidad de organizar los datos obtenidos.
- Definir la jerarquización de los equipos para identificar los modos de falla asociados a su función por medio de un análisis de criticidad.
- Programar las actividades de mantenimiento mediante información técnica recolectada acerca de los equipos con el fin de disminuir intervenciones no controladas y mejorar la confiabilidad y disponibilidad del activo de acuerdo a su criticidad.

1.4. Descripción de las actividades a desarrollar

Cuadro 2. Actividades a desarrollar durante la pasantía en SOLINGMEC S.A.S.

Diseñar un plan de mantenimiento a los equipos de la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S. La Jagua de Ibirico Cesar.	Conocer el sistema de información técnica de los equipos que hacen parte del área de producción de la empresa SOLINGMEC S.A.S. , mediante inventarios con la finalidad de organizar los datos obtenidos.	Inventariar los equipos del área de producción.
		Solicitar los manuales de operatividad por equipos.
		Realizar una ficha técnica por equipos.
	Definir la jerarquización de los equipos para identificar los modos de falla asociados a su función por medio de un análisis de criticidad.	Identificar los equipos críticos mediante la recolección de información.
		Proponer las soluciones a los modos de falla encontrados por equipo.
		Crear una matriz de criticidad para los equipos del área de producción
	Programar las actividades de mantenimiento mediante información técnica recolectada acerca de los equipos con el fin de disminuir intervenciones no controladas y mejorar la confiabilidad y disponibilidad del activo de acuerdo a su criticidad.	Plan de inspección a equipos de producción.
		Cronograma de intervenciones a equipos de producción.
		Manual de Instrucción para Mantenimiento Preventivo.

Nota. Actividades de los objetivos. Fuente: Pasante.

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

2.1.1 Mantenimiento. El mantenimiento son todas aquellas acciones y operaciones las cuales tienen como objetivo preservar o restaurar un activo, para que cumpla cuando se requiera eficientemente la función por la cual fue construido.

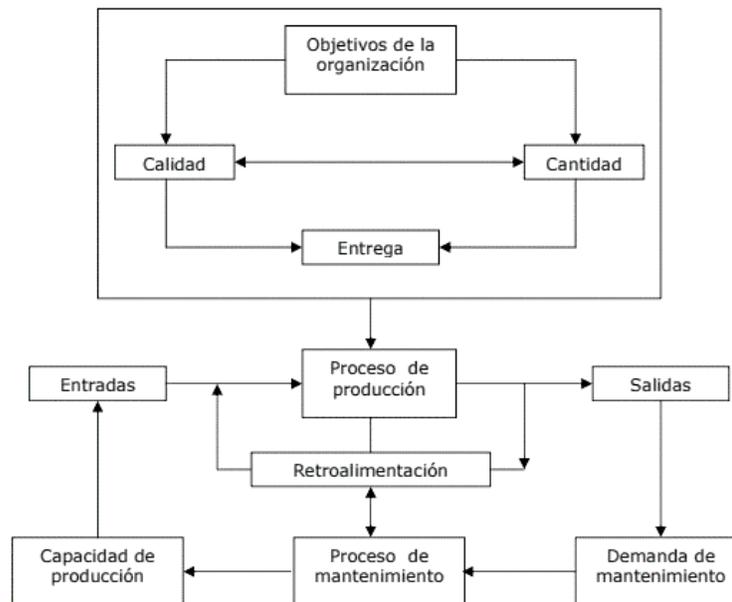
Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. En la **cuadro 3**. Se muestra un diagrama de relaciones entre los objetivos de organización, el proceso de producción y mantenimiento.

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variedad excesiva en el producto y en consistencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento (Duffuaa Sallh, 2001)

La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las maquinas a través de las distintas épocas acorde a las necesidades de sus clientes, que son todas aquellas dependencias, empresas de procesos o servicios, que generan bienes reales o intangibles mediante la utilización de estos activos, para producirlos. (Alberto., 2008)

La principal salida de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento, la cual es tomada por el sistema de mantenimiento y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción. (Alvarez, 2004)

Cuadro 3. Relación entre objetivos de la organización, el proceso de producción y de mantenimiento.



Fuente: Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A

2.1.1.1 Evolucion del Mantenimiento a lo largo de la historia. El mantenimiento ha sido desde el inicio, en la industria parte fundamental del desarrollo y esto lo ha mantenido ligado con la ciencia administrativa, es tanto así que se puede observar que teorías de la administración como: El Benchmarking, el Justo a tiempo, la estrategia de las 5S, Poka Yoke, Sistemas de calidad total, entre otras han obligado al mantenimiento a evolucionar, convirtiéndolo al pasar del tiempo en un departamento de las empresas eficiente y eficaz, basado en la condición de los equipos, buscando ayuda en herramientas como la estadística y elementos de predicción que le permiten brindar una mayor confiabilidad y seguridad del buen funcionamiento de la maquinaria de la empresa. **(Ramón, 2004)**

Basicamente se habla de tres periodos o epocas productivas de la humanidad en los ultimos siglos si de la industria se refiere; no con la certeza de especificar un año en particular, pero si con la seguridad que en ese tiempo, han ocurrido fenomenos o precedentes que marcan diferencias para resaltar mostradas en la figura 2.

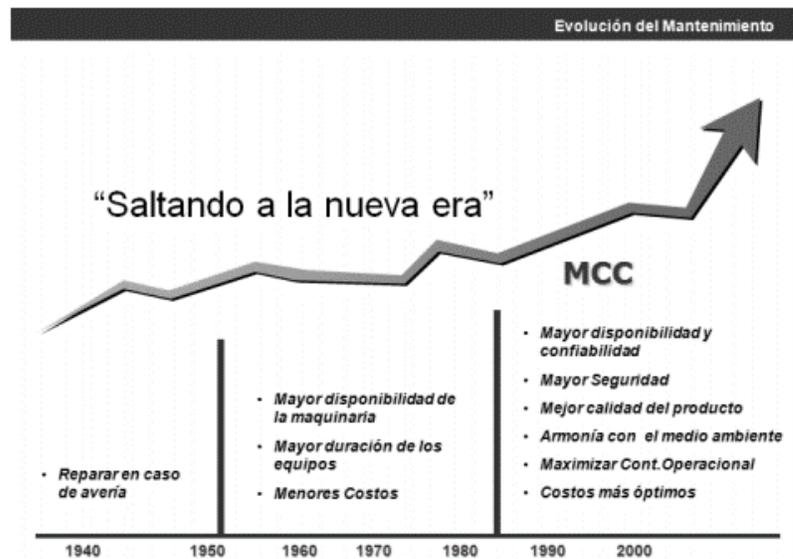


Figura 2. Evolución del mantenimiento

Fuente: Seminario internacional de RCM, Universidad EAFIT

En la actualidad la gestión de mantenimiento continúa en un ciclo de evolución. Es el caso integral de activos como se observa en la **Figura 3**. La gestión de mantenimiento, actualmente se basa en el análisis de datos; tener información veraz de los equipos pasa a ser lo más importante y sobre lo cual se basan las decisiones de gestión sobre los mismos. Se empieza a ver el equipo como un activo de la compañía y no como una “maquina generadora de gastos”, en la cual se puede invertir para beneficio de todos (María, 2012)



Figura 3. Generaciones que agrupan las mejores prácticas de mantenimiento.

Fuente: Tesis modelo para la implementación del mantenimiento preventivo para las facilidades de petróleo .UIS. 2012

2.1.1.2. Gestión del mantenimiento. Hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar los equipos en mal estado, sino por cómo se pueda mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, buen mantenimiento consistente en realizar el trabajo en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas. El mantenimiento empieza cuando lo equipos e instalaciones son recibidos y montados, en la etapa inicial de todo proyecto y continua cuando se formaliza la compra de estos y su montaje correspondiente. (Antonio, 2013)

2.1.1.3 Formas de gestión de mantenimiento

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento centrado en confiabilidad.
- Mantenimiento productivo total.

2.1.1.3.1 Mantenimiento correctivo. Este mantenimiento tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuara cuando se presenta un fallo en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que tendrá que esperar hasta que se presente el defecto para recién tomar medidas de corrección. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán afectados por la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

2.1.1.3.2 Mantenimiento preventivo. Este mantenimiento tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas. Se realiza basándose en los datos suministrados por el fabricante como manuales técnicos, por medio de la experiencia y pericia

del personal a cargo, y además personas que han adquirido conocimiento acerca de los equipos y maquinaria de la compañía. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento que no se esté produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y presupuestos 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.
- Esta determinado un are en particular y ciertos equipos específicamente denominados equipos críticos. 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. (Antonio, Plan de mantenimiento para la empresa de alimentos concentrados “Itlcol de Occidente Ltda.” Empleando los Conceptos Básicos del TPM. , 2012)

2.1.1.3.3 Mantenimiento predictivo. Consiste en determinar en todo instante la condición técnica. (Mecánica y eléctrica) real de la maquia examinada, mientras este se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por

mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción.

2.1.2 Inspección. Consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento, Maquina o equipo; buscando desgastes, desajustes, erosiones, grietas o fisuras, etc., y Registrar detalladamente las observaciones

2.1.3 Criticidad. Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

2.1.4 Análisis de criticidad. Es una herramienta que permite jerarquizar por su importancia los equipos que se encuentran en la planta, sobre los cuales se realizaran los planes de mantenimiento. El análisis de criticidad ayuda a identificar potenciales fallas en los equipos en los cuales la producción se ve afectada de una forma significativa, ya sea disminuyendo su capacidad para realizar alguna función o anulándola por completo.

2.1.4.1 Equipos críticos. Se consideran principalmente como críticos todos aquellos equipos que puedan causar una parada total o parcialmente alta afectando significativamente el proceso de producción de la planta al presentar una falla.

Equipo medianamente crítico: es aquel que cuando presenta una falla, afecta de forma parcial y no representa una parada significativa en el proceso de producción.

Equipo no crítico: son aquellos que su falla no afectan el proceso productivo.

2.1.5 Sistema de información. El objetivo fundamental de sistema de información para el mantenimiento es presentar y abastecer la base de datos para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión. Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información sobre sus equipos, son los manuales y catálogos de operación y mantenimiento suministrado por proveedores.

2.1.5.2 Elementos de un sistema de información. Un sistema normal de información para el mantenimiento puede contener los siguientes elementos básicos:

- Registro de equipos o Fichas técnicas.
- Documento que identifica, ubica y describe un equipo, donde se cuenta con la información técnica que sea útil para las actividades de mantenimiento.
- Hoja de vida del equipo.
- Contiene la información e historial de las intervenciones y mantenimientos que se han realizado a los equipos.
- Cuadros de inspecciones.

2.1.6 Codificación. Establecer un código para las plantas, los sistemas para que los equipos con características especiales, para las máquinas y equipos, el cual satisfaga las condiciones y características de las plantas que permitan identificar nemotécnicamente el equipo y su función

2.1.7 Registro de equipos. Es el documento que identifica, ubica y describe completamente un equipo. Se lo llama también Ficha Técnica, y se registra en una tarjeta denominada “Tarjeta de Muestra”. La idea es que este registro contenga toda la información técnica de equipo que sea útil para las actividades del mantenimiento. (Ramón, Principios de mantenimiento, Posgrado en Gerencia de mantenimiento. , 2004)

Básicamente debe contener:

- Identificación de la sección de la planta.
- Centro de costo al cual se cargan sus intervenciones.
- Nombre de la maquina o equipo.
- Modelo, tipo y número de serie del fabricante.
- Proveedor.
- Fecha de recepción y pruebas realizadas.
- Fecha de instalación.
- Otros datos del registro de equipos.

2.2 Enfoque Legal

La empresa SOLINGMEC S.A.S. aplica la gestión de mantenimiento, para aumentar la disponibilidad, confiabilidad de los equipos con la recolección de datos para una base de datos.

2.2.1 Norma ISO 14224. ISO 14224 Esta Norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias. Sus definiciones son tomadas del RCM. Presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permitan Cuantificar la Confiabilidad de Equipos y compararla con la de otros de características similares. Los parámetros sobre Confiabilidad pueden determinarse para su uso en las fases de DISEÑO MONTAJE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. Los principales objetivos de esta norma internacional son:

a) Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:

- Diseño y configuración del Sistema.
- Seguridad, Confiabilidad y Disponibilidad de los Sistemas y Plantas.
- Costo del Ciclo de Vida.
- Planeamiento, optimización y ejecución del Mantenimiento.

b) Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:

- Permitir el intercambio de datos entre Plantas.
- Asegurar que los datos sean de calidad suficiente, para el análisis que se pretende realizar.

(ISO 14224, 2006)

2.2.2. Norma Icontec GTC 62. Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio.

Mantenimiento. Terminología.

Capítulo 3. Informe de Cumplimiento de Trabajo

3.1 Presentación de resultados

- 3.1.1. Objetivo específico 1: Programar las actividades de mantenimiento mediante información técnica recolectada acerca de los equipos con el fin de disminuir intervenciones no controladas y mejorar la confiabilidad y disponibilidad del activo de acuerdo a su criticidad.

3.1.1.1 Inventariar los equipos del área de producción. Una importante actividad para este objetivo, consiste en la elaboración de un inventario a los equipos que hacen parte del área de producción de Soluciones de ingeniería y mecanizados S.A.S. para esto se utilizó un formato que contiene la información necesaria para identificar y diferenciar los equipos entre sí. **Ver apéndice 1**

El inventario de equipos tiene mucha utilidad ya que permite conocer los equipos con los que se cuentan actualmente en la planta. Se realizó el inventario de todos los equipos y maquinaria que integran las diferentes bahías de trabajo, el cual consiste en identificar sus especificaciones técnicas como (modelo, número de serie, marca, etc.) en otros. Por tanto se creó un formato para tener un inventario general y ordenado mostrando sus principales características.

3.1.1.2 Solicitar los manuales de operatividad por equipos. Los manuales de cada uno de los equipos son fundamentales para conocer sus parámetros de operación, condiciones de uso, mantenimiento recomendado, lubricación adecuada, listados y códigos de partes de repuestos, planos y toda la información relevante que pueda suministrarse.

Recolectada la información a través de cada una de las distintas áreas de la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S. a los equipos con que se cuentan en esta sección que por medio de las placas de cada uno de ellos. Se genera el conocimiento de los repuestos, elementos, tipos de lubricantes, rodamientos y otras características brindadas por los manuales de los equipos que por medio de ellos se facilita un mantenimiento programado, basados en recomendaciones de los fabricantes y en la documentación de las fichas técnicas de cada uno de los equipos.

En soluciones de ingeniería de mecanizados S.A.S. se tiene información documentada solo de los manuales de la dobladora (CNC), la cortadora (CNC) y algunos de los equipos de soldadura eléctrica debido a que el pasante con la recolección de las placas de cada uno de los equipos donde se identifican su información técnicas, realizando la búsqueda en internet y bases de datos se encontraron algunos de los manuales de estos equipos.

Después de llevar acabo la recolección de la información técnica y de haber encontrado algunos manuales se realizó un inventario de manuales de los equipos existentes en la empresa.

Tabla 1.

Inventario de manuales de las máquinas y equipos.

		INVENTARIO DE MANUALES DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DEL AREA DE PRODUCCION DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA Y MECANIZADOS S.A.S.			
Realizador por: Omar Yesith Polo Quintero			Fecha: mayo de 2016		Versión 01
Ítem	Maquina o Equipo	Marca	modelo	Tipo	Manual
1	Planta eléctrica	CAT			No
2	Dobladora(CNC)	BAYKAL	APHS 3112*240	Información general	Si
3	Cortadora(CNC)	BAYKAL	MGH 3100*13	Información general	Si
4	Prensa hidráulica	POWER TEAM	B		No
5	Taladro magnético	BOSH	GMB 32	información general y operación	Si
6	Alesadora	WMW			No
7	Taladro radial	Z-J	Z3050X16-1		No
8	Torno convencional	GRAZIOLI			No
9	Torno portátil	YORK	CADET	Catálogo de accesorio	Si
10	Monta carga	CAT	6R4B	Manual de operación	Si
11	Compresor	REXCO TOOLS	NK-60		No
12	Equipo de corte plasma	POWER CUT	LR 30071		No
13	Esmeril	DEWALT	DW758		No
14	Soldador eléctrico	MILLER	XMT 425VS	Información general y manual de operación	Si
15	Soldador eléctrico	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-600		No

Nota. Inventarios manuales de las máquinas y equipos. Fuente. Pasante

3.1.1.3 Realizar una ficha técnica por equipos. Después de haber realizado un completo inventario y la recolección de información técnica de los equipos del área de producción, fue necesario diseñar un formato estándar las características y las especificaciones técnicas de cada uno de ellos, este formato de ficha técnica se diseñó utilizando una hoja de datos de Excel. Ver apéndice 2. Basados en la norma GTC 62.

En el **apéndice 3** se muestra detalladamente un ejemplo de una ficha técnica desarrollada completamente. Un plan de mantenimiento debe mantener y almacenar un registro con toda la información de las máquinas. La ficha técnica es un formato, que contiene la información general del equipo tal como el serial, modelo, marca, fabricante, potencia, entre otros, tratando de describirlo completamente presentando la información necesaria para el mantenimiento y operación de éste.

Elaboración de fichas técnicas. Los equipos de este sector no cuentan con fichas técnicas, motivo por el cual fue necesario la elaboración de estas, además se tuvo en cuenta la placa que poseen cada uno de los equipos el cual fue necesaria para complementar los datos técnicos más relevantes del equipo.

El levantamiento de información técnica de equipo por equipo en cada una de las áreas de la planta de producción, observando placas de los equipos, algunos equipos no presentaban placas por caída ocasionada por el tiempo o por las condiciones de uso en el ambiente que produjeron el deterioro o pérdida de sus respectivas placas.

El levantamiento de información de fichas técnicas se realiza para cada equipo. A continuación se detallan algunas de las placas de datos característicos de los activos físicos.

DESIGNATION PLATE	
Manufacturer	BAYKAL Mak. San.Tic. A.Ş. Bursa / TÜRKIYE
Machine	Hydraulic Shear
Type	MGH 3100x13
Model	04/2013
Serial no	19589
Cutting capacity (St42) mm	13
Cutting length mm	3100
Main voltage V / Hz / Ph	220/60/3
Motor power kW	30
System pressure bar	260
Stroke per minute n/min	12
Machine weight kg	12500
Length mm	4000
Width mm	2400
Height mm	2200

Fotografía 1.Placa de la cortadora (CNC)

Fuente. Pasante

DESIGNATION PLATE	
Manufacturer	BAYKAL Mak. San.Tic. A.Ş. Bursa / TÜRKIYE
Machine	Hydraulic Press Brake
Type	APHS 3112x240
Model	04/2013
Serial no	19679
Capacity ton	240
Bending length mm	3100
Main voltage V / Hz / Ph	220/60/3
Motor power kW	22
System pressure bar	265
Min.stroke mm	
Max.stroke mm	260
Machine weight kg	11000
Top tool weight kg	60
Bottom tool weight kg	100
Length mm	3550
Width mm	1800
Height mm	2300
Max. stopping time ms	
Min. safe distance mm	

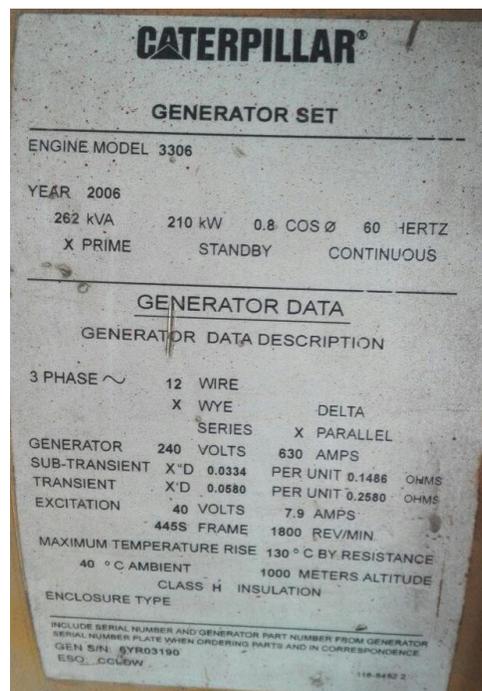
Fotografía 2.Placa de la dobladora (CNC)

Fuente. Pasante



Fotografía 3.Placa de la prensa hidráulica

Fuente. Pasante



Fotografía 4.Placa de la planta eléctrica

Fuente. Pasante



Fotografía 5. Placa de los esmeriles

Fuente. Pasante



Fotografía 6. Placa del equipo de corte plasma

Fuente. Pasante



Fotografía 7.Placa de la monta carga

Fuente. Pasante

MILLER ELECTRIC MFG. CO.
APPLETON, WI USA. ASSEMBLED IN USA. 美国制造

SKU: 907387
SN: ME324192U

GB 15579.1 -2004

	5A / 10.2V	30A / 21.2V	425A / 27V
X	30%	60%	100%
I_L	425	350	275
U_L	27	24	21
$U_0 = 75V$			

	30A / 21.2V	395A / 35.8V	425A / 35.3V
X	40%	80%	100%
I_L	395	350	275
U_L	35.8	34	31
$U_0 = 75V$			

	15A / 14.7V	425A / 35.3V
X	30%	60%
I_L	425	350
U_L	35.3	31.5
$U_0 = 75V$		

	I_{max}	I_{hot}
$U_0 = 208V$	51.5	31.3
$U_0 = 230V$	46.5	28.2
$U_0 = 380V$	27.6	18.9
$U_0 = 400V$	26.3	18.0
$U_0 = 480V$	22.6	13.7
$U_0 = 575V$	18.0	10.9

3 ~ 50/60 Hz
IP23
EVIDENCE OF LABEL TAMPERING VOID WARRANTY

MILLER ELECTRIC MFG. CO.
APPLETON, WI USA. ASSEMBLED IN USA. 美国制造

SKU: 907387
SN: ME324193U

GB 15579.1 -2004

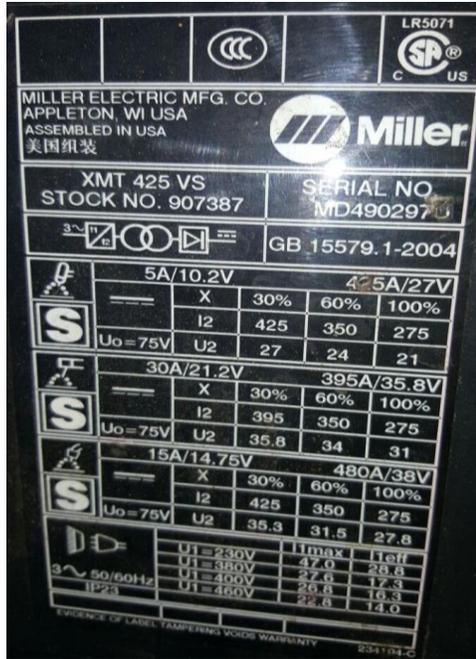
	5A / 10.2V	30A / 21.2V	425A / 27V
X	30%	60%	100%
I_L	425	350	275
U_L	27	24	21
$U_0 = 75V$			

	30A / 21.2V	395A / 35.8V	425A / 35.3V
X	40%	80%	100%
I_L	395	350	275
U_L	35.8	34	31
$U_0 = 75V$			

	15A / 14.7V	425A / 35.3V
X	30%	60%
I_L	425	350
U_L	35.3	31.5
$U_0 = 75V$		

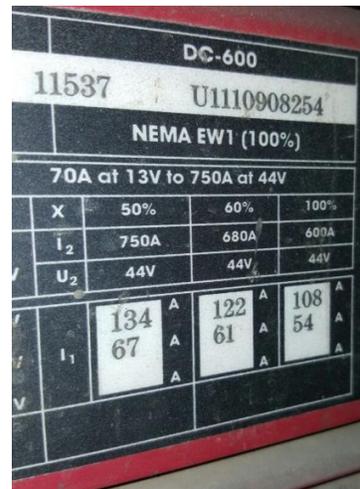
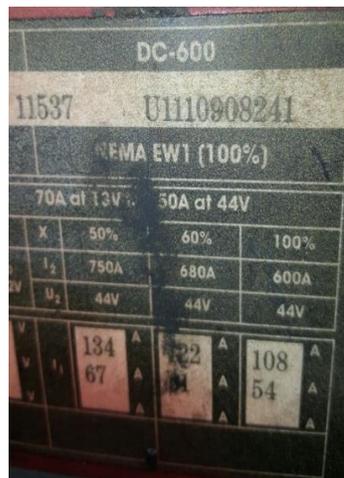
	I_{max}	I_{hot}
$U_0 = 208V$	51.5	31.3
$U_0 = 230V$	46.5	28.2
$U_0 = 380V$	27.6	18.9
$U_0 = 400V$	26.3	18.0
$U_0 = 480V$	22.6	13.7
$U_0 = 575V$	18.0	10.9

3 ~ 50/60 Hz
IP23
EVIDENCE OF LABEL TAMPERING VOID WARRANTY



Fotografía 8. Placas de soldadores eléctricos Miller

Fuente. Pasante



Fotografía 9. Placa de soldadores eléctricos DC-600 Lincoln

Fuente. Pasante

- **3.1.2 Objetivo específico 2:** Definir la jerarquización de los equipos para identificar los modos de falla asociados a su función por medio de un análisis de criticidad.

3.1.2.1. Identificar los equipos críticos mediante la recolección de información. Para dar inicio al análisis de equipos se realiza la codificación de equipo para llevar una organización y orden de consecutivo de equipo y su respectiva área de trabajo, ya que en la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S. no cuenta con esta metodología en sus activos.

La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas y equipos de la planta de producción que permita identificar a cada uno de los equipos de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

Para seguir una buena codificación se recomienda llevar a cabo la norma ISO 14224 para un sistema de codificación aplicado. La codificación facilita la identificación segura de los equipos, cuyo lenguaje debe manejar ítems de manera simple y de fácil acceso para todos los usuarios. Se considera de guía la Norma ISO 14224 para codificar los activos físicos de la planta de producción.

A continuación se le establece el código a la planta de producción.

Tabla 2.

Código asignado a la planta de producción

PLANTA	CODIGO
SOLUCIONES DE INGENIERIA Y MECANIZADOS S.A.S	SIM

Nota. Código asignado a la planta de producción. Fuente. Pasante

Seguidamente se describe el código asignado a cada una de las áreas intervenidas en la planta.

Códigos asignados por áreas

Tabla 3.

Códigos asignados para cada una de las áreas de la planta de producción.

ÁREAS	CODIGO
DOBLADORA Y CORTADORA	DC
MECANIZADOS	MC
SOLDADURA	SD
TALLER EN GENERAL	TG
PLANTA ELECTRICA	PE
COMPRESOR DE AIRE	CA

Nota. Códigos asignados para cada una de las áreas de la planta de producción. Fuente. Pasante

El siguiente paso es designar el código a cada uno de los equipos a intervenir.

Codificación general de equipos.

Tabla 4.

Clasificación general de códigos por equipos

EQUIPOS	CODIGO
PLANTA ELECTRICA	EL
COMPRESOR	CP
DOBLADORA (CNC)	DB
CORTADORA (CNC)	CT
PRENSA HIDRAULICA	PH
TALADRO MAGNETICO	TM
ALESADORA	AL
TALADRO RADIAL	TR
TORNO CONVENCIONAL	TC
TORNO PORTATIL	TP
MONTA CARGA	CG
ESMERIL	ES
EQUIPO DE CORTE PLASMA	EC
SOLDADORES ELECTRICOS	SE

Nota. Clasificación general de códigos por equipos. Fuente. Pasante

A partir de la clasificación de los equipos fundamentados en la norma ISO 14224 se establece codificar los equipos, la cual utilizada en la industria del petróleo y gas, se puede extender a otras industrias, como la industria de metalmecánica y mantenimiento integral. Basados en esta Norma se rige la codificación de equipos para una mayor organización e identificación.

La codificación se dividida en cuatro grupos, planta, área, máquina y consecutivo, donde el primer grupo solo se conforma por tres dígitos de letra, los dos grupos siguientes están conformados por dos dígitos de letras cada uno y el último grupo son dos dígitos numéricos que representan el consecutivo de la máquina. En el figura 4 se aprecia la guía de codificación de equipos para la implementación en la empresa SOLINGMEC S.A.S, recomendado por la norma ISO 14224.

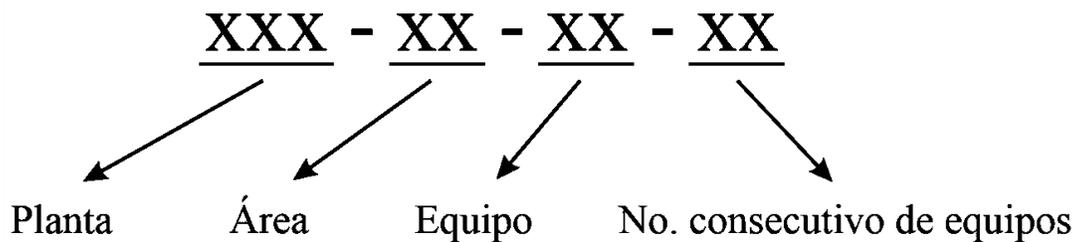


Figura 4. Guía para la designación del código de equipos

Fuente. Pasante

A continuación veremos un ejemplo de la guía de codificación de los equipos.

Taladro radial. SIM-MC-TL-O1

Luego se evidencia toda la codificación en general de los equipos considerando la guía de codificación con los parámetros expuestos anterior. **Ver apéndice 4.**

Aplicación de RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)

Con la ayuda de la aplicación de RCM se quiere asegurar que todos los equipos de la planta de producción continúen desempeñando las funciones deseadas. Es necesario evaluar la criticidad de cada uno de los activos de la planta con respecto a la producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

Análisis de Criticidad. Es una herramienta que nos permite jerarquizar los equipos que se encuentran en la planta, sobre los cuales se realizaran los planes de mantenimiento. Basados en factores evaluados tales para la construcción de la plantilla de criticidad, los cuales se basan en los siguientes aspectos:

1. Frecuencia de falla.
2. Tiempo promedio para reparar.
3. Impacto sobre la producción.
4. costo reparación
5. Impacto ambiental.
6. Impacto salud y seguridad personal.

Descripción de los parámetros

Frecuencia de falla: Las fallas en un equipo conlleva a tener paradas de producción si este no tiene un equipo adjunto, lo cual económicamente afecta a la empresa, así como los indicadores de gestión, por esta razón se introdujeron en la tabla los siguientes puntajes para los diferentes intervalos de falla:

- No más de 1 por año (1)
- Entre 2 y 15 por año (2)
- Entre 16 y 30 por año (3)
- Entre 31 y 50 por año (4)
- Más de 50 por año (Más de una parada semanal) (5)

Tiempo promedio para reparar: se tuvo en cuenta el tiempo en el cual el equipo permaneció parado a la hora de realizar un mantenimiento ya que este si no tiene equipo adjunto puede afectar la producción, por esta razón se introdujeron en la tabla los siguientes puntajes para los diferentes intervalos de falla:

- Menos de 4 horas (1)
- Entre 4 y 8 horas (2)
- Entre 8 y 24 horas (3)
- Entre 24 y 48 horas (4)
- Más de 48 horas (5)

Costo de la reparación: Uno de los aspectos más visible o de mayor relevancia para los directivos es el tema económico y cómo este puede afectar al resultado económicamente los

indicadores generales de la planta, por esta razón se introdujeron en la tabla los siguientes puntajes para los diferentes intervalos de falla:

- Menos de 1 millón (1)
- Entre 1 y 3 millones (2)
- Entre 3 y 6 millones (3)
- Más de 6 millones (4)

Impacto ambiental: Esta consideración se tuvo para los quipos que pueden afectar el ambiente por contaminación generada en ellos, por esta razón se introdujeron en la tabla los siguientes puntajes para los diferentes intervalos de falla:

- No origina ningún impacto ambiental (1)
- Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de la planta (2)
- Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta (3)
- Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad (4)

Impacto en salud y seguridad personal: para esta parte se tiene en cuenta aquellos equipos que puedan quemar, herir o afectar alguna extremidad de un colaborador por cualquier tipo de razón, por esta razón se introdujeron en la tabla los siguientes puntajes para los diferentes intervalos de falla:

- No origina heridas ni lesiones (1)
- Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes (2)
- Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días (3)
- Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente (4)

A cada uno de los parámetros de diagnóstico mencionados anteriormente se le asigna la siguiente ponderación para la identificación de estado de criticidad. **Ver apéndice 5.** Con base a esta ponderación se crea el siguiente esquema representativo.

FRECUENCIA	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
CONSECUENCIAS																		

	Critico
	Medianamente-critico
	No critico

Figura 5.matriz de análisis de criticidad.

Fuente. Pasante

Una vez asignada la ponderación se procede en realizar una encuesta a cada uno de equipos de la planta por medio de un formato de encuesta **ver apéndice 6**, Que diseño el pasante, con toda esta información recolectada se empieza el respectivo análisis de criticidad.

Ahora veremos la identificación de los equipos de la planta de acuerdo al estudio de criticidad con sus respectivos resultados de criticidad.

Tabla 5.*Resultados del análisis de criticidad de los equipos*

ITEM	MAQUINA-EQUIPO	CRITICIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
1	Torno Convencional	Critico	68
2	Alesadora	Medianamente critico	28
3	Taladro Radial	Medianamente critico	22
4	Torno portátil 01	Medianamente critico	20
5	Torno portátil 02	Medianamente critico	26
6	Prensa Hidráulica	Medianamente critico	28
7	Monta Carga	Medianamente critico	45
8	Planta Eléctrica	Medianamente critico	24
9	Compresor	Medianamente critico	24
10	Dobladora (CNC)	No critico	11
11	Cortadora (CNC)	No critico	11
12	Taladro Magnético	No critico	18
13	Esmeril 01	No critico	9
14	Esmeril 02	No critico	9
15	Equipo de coste Plasma	No critico	18
16	Soldador Eléctrico 01	No critico	10
17	Soldador Eléctrico 02	No critico	10
18	Soldador Eléctrico 03	No critico	10
19	Soldador Eléctrico 04	No critico	10
20	Soldador Eléctrico 05	No critico	10
21	Soldador Eléctrico 06	No critico	10
22	Soldador Eléctrico 07	No critico	10
23	Soldador Eléctrico 08	No critico	10
24	Soldador Eléctrico 09	No critico	10
25	Soldador Eléctrico 10	No critico	10
26	Soldador Eléctrico 11	No critico	10
27	Soldador Eléctrico 12	No critico	10
28	Soldador Eléctrico 13	No critico	10
29	Soldador Eléctrico 14	No critico	10
30	Soldador Eléctrico 15	No critico	10
31	Soldador Eléctrico 16	No critico	10
32	Soldador Eléctrico 17	No critico	10
33	Soldador Eléctrico 18	No critico	10
34	Soldador Eléctrico 19	No critico	10
35	Soldador Eléctrico 20	No critico	10
36	Soldador Eléctrico 21	No critico	10

Nota. Resultados del análisis de criticidad de los equipos. Fuente. Pasante

2.1.2.2. Crear una matriz de criticidad para los equipos del área de producción. La matriz de criticidad de la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S.se obtiene a partir de una encuesta realizada en la anterior actividad la cual se realiza en base a la siguiente ecuación:

$$TOTAL\ CRITICIDAD = FRECUENCIA\ DE\ FALLA \times CONSECUENCIAS$$

Donde,

CONSECUENCIAS= Tiempo promedio para reparar + impacto a la producción + Costo de reparación + Impacto ambiental + impacto en salud y la seguridad personal.

Los niveles de criticidad dependen de la multiplicación de la frecuencia de falla por la suma de las consecuencias de cada equipo, para con este identificar en la matriz que equipos son críticos, medianamente crítico y no crítico, de siguiente manera:

Crítico: Si el valor de la criticidad se encuentra sobre 60-105 puntos.

Medianamente crítico: si el valor de la criticidad está entre el rango de 20- 59 puntos.

No crítico: si el valor de la criticidad esta entre el rango de 5-19 puntos

Obteniendo los siguientes resultados

Resultado analisis de criticidad

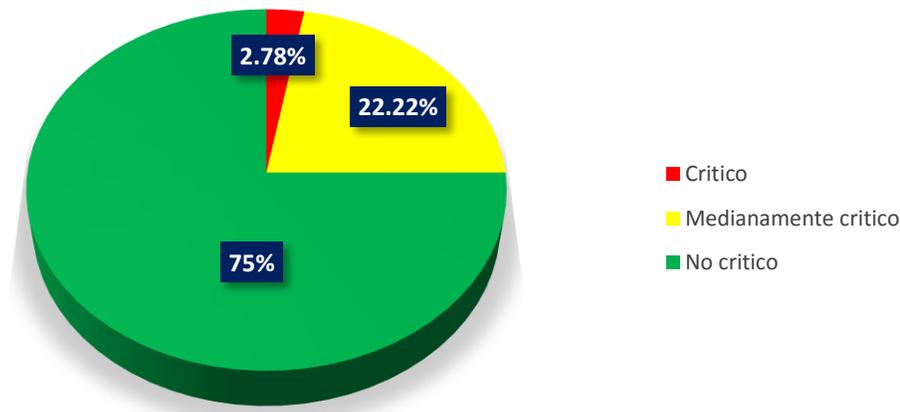


Figura 6. Diagrama circular de resultados de análisis de criticidad. Fuente. Pasante

- Una maquina critica, la cual representa el 2.78% de las máquinas, aunque no es un porcentaje alto, se debe tener cuidado con este equipo ya que es muy importante en la producción y pueden generar pérdidas económicas de gran proporción si fallara por periodos de tiempo prolongados.
- Ocho máquinas medianamente crítico, los cuales son el 22.22% del total de equipos analizados, un nivel moderado pero que hay que disminuir el número de fallas presentado en ellos.
- Veintisiete máquinas no críticos que representa el 75% de los equipos analizado

Basado en la ecuación anterior se creó la matriz de criticidad donde se pueden observar los diferentes resultados de criticidad total para cada equipo representada en una plantilla de la hoja de cálculo de Excel diseñada por el autor de la pasantía. **Ver apéndice 7.**

2.1.2.3 Proponer las soluciones a los modos de falla encontrados por equipo. El análisis de modos de fallas y efectos de fallas es realizado a los equipos críticos arrojados en el análisis de criticidad en la plantilla de Excel apéndice7, y que fueron ya mencionados anteriormente. Para realizar el análisis de AMFE es necesario tener claros e interpretación de los siguientes conceptos:

Fallas funcionales: A cada función del activo se le asocian una o varias fallas funcionales que se definen como la incapacidad de cumplir con la función según los parámetros de funcionamiento aceptables para la empresa.

Modos de fallas: Es la forma en que es posible que un activo falle o un proceso falle

Efectos de falla: Se describe que pasa cuando ocurre un modo de falla y en que afecta.

Causa: Es la manifestación de cualquier evento que genera la falla funcional.

Con el enfoque de esta metodología se procede al respectivo análisis realizado con la ayuda y sus apostes el supervisor 2 de producción y el autor de la pasantía. Para la diligencia de la hoja de análisis de AMFE para el equipo crítico encontrado.

Para el equipo se identifica y se describe sus funciones dentro del proceso de producción y luego se analiza cómo puede fallar las funciones del equipo seleccionado por análisis de criticidad como en estado de críticos, para el cual se realiza modo de falla al equipo analizado,

identificando los efectos que ocurren cuando existe una mala operación, y por último se describe las causas que ocurren cuando el equipo está realizando su función.

El formato de plantilla de análisis de AMFE (análisis de modos de fallas y efectos) que se realiza al equipo identificado como crítico, se observa en el área de mecanizado como el torno convencional, como equipo crítico el cual se procede al análisis de RCM, como se puede ver en la tabla siguiente.

Tabla 6.

Plantilla de análisis de AMFE realizada al equipo torno convencional

FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA
Maquinado de piezas metálicas	incapaz de maquinar	Daño en el sistema eléctrico	el torno no enciende	el cable de alimentación hace falso contacto
	incapaz de realizar un buen mecanizado	pieza no centrada correctamente	Daño del plato del mandril	mala operación al momento de maquinar
	retardo en el proceso de la maquina	Suciedad en las vías, engranaje y otras vías móviles.	Desgaste rápido de las partes y hace difícil accionarlas	Falta de limpieza y lubricación en los engranajes
	rebasar la potencia de la maquina	operación inadecuada del trabajador	se quema el bobinado del motor, carbones o escobillas	falta de capacitación o cuidado por parte del operario
	ruidos en la maquina inusuales	falta lubricación	desgastes y averías en piezas móviles	falta de mantenimiento preventivo
	sobre calentamiento en el maquinado	mal funcionamiento del sistema de bombeo de refrigerante	desgaste rápido de herramientas	Mangueras en mal estados. Deposito del refrigerante vacío Fallo de la bomba

Nota. Plantilla de análisis de AMFE realizada al equipo torno convencional. Fuente. Pasante

3.1.3 Objetivo específico 3: Programar las actividades de mantenimiento mediante información técnica recolectada acerca de los equipos con el fin de disminuir intervenciones no controladas y mejorar la confiabilidad y disponibilidad del activo de acuerdo a su criticidad

3.1.3.1 Plan de inspección a equipos de producción.

INPECCIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS. Es el documento en el cual se busca realizar la verificación del estado de las partes o elementos del equipo objeto de la revisión. Incluye todos los aspectos de relevancia de cada una de las máquinas que puedan ser inspeccionadas para su verificación. (Alberto., 2008)

Para este objetivo se diseñó un formato general de plan de inspección para el mantenimiento preventivo de todas las máquinas y equipos de la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S. **ver apéndice 8.** Basado en la norma GTC 62.

El formato está conformado por:

- Máquina-equipo
- Líder de área
- Código
- Fecha
- Área
- Horometro
- Punto de mantenimiento (sistema eléctrico, sistema hidráulico, sistema neumático y sistema mecánico)
- Elemento

- Operaciones a realizar
- Repuesto consumible
- Observaciones respecto al estado final
- Observaciones generales
- Firma y nombre del técnico
- Firma y nombre del jefe del mantenimiento

3.1.3.2 Cronograma de intervenciones a equipos de producción. La empresa actualmente cuenta con maquinaria y equipos los cuales estos necesitan de un constante mantenimiento planificado para funcionar adecuadamente y así entregar un servicio de alta calidad y eficiente.

Se realizó un cronograma de mantenimiento con el fin de disminuir costos de mantenimiento, y paradas en los equipos que puedan interrumpir en la producción.

En este cronograma de mantenimiento se realizaran actividades como:

- Lubricación de rodamiento.
- Inspecciones en general
- Ajuste en general
- Observar vibraciones, fugas de lubricantes (en caso de identificar la fuga eliminarla si es posible.)
- Cambio de aceite.
- Revisión de partes eléctricas

En el **apéndice 9**, se aprecia el diseño de un cronograma de intervenciones a los equipos que conforman las distintas áreas de la planta de producción el cual es creado como un formato en la hoja de cálculo de Excel, en donde se les hacen las intervenciones anualmente a los activos físicos.

3.1.3.3. Manual de instrucción para mantenimiento preventivo. En esta actividad se describe un instructivo de mantenimiento preventivo para el equipo identificado como crítico según el análisis de criticidad que se realizó en el anterior objetivo.

Equipos críticos: Son aquellos que su parada parcial o total podrían causar una pérdida parcial o total de la producción industrial. Una vez definidos cuáles son los equipos críticos, será importante asegurar su mantenimiento, para lo cual se priorizarán los recursos necesarios y se llevará a cabo un control riguroso que asegure la ejecución de todas las actividades previstas en el tipo de servicio que se trate, sin descuidar la calidad. (**Alberto., 2008**)

En este instructivo se pretende programar los mantenimientos de acuerdo a su uso y necesidades de la máquina, considerando también las actividades y su periodicidad de sus inspecciones.

Torno convencional Grazioli: SIM-MC.TC-01

MANTENIMIENTO DIARIO

Inspección:

- Verificar estado de la conexión eléctrica de la maquina
- Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas
- Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas

- Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos
- No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada

Limpieza

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la maquina con los implementos a adecuados.

Lubricación

- Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario
- Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
- Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinal y transversal.
- Lubricar el carro longitudinal y transversal
- Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta
- Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar

Normas de seguridad

- Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa.
- Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo.
- Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta NO OPERAR

MANTENIMIENTO SEMANAL

Lubricación

- Lubricar ruedas de cambio y cojinete intermedio de la lira.

Limpieza

- Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen el torno

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

Medición eléctrica

- Medir corriente de consumo del motor principal

Lubricación

- Aplicar grasa a los rodamientos de los motores eléctricos
- Aplicar grasa a la cadena y piñón del motor de avance rápido

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

Limpieza

- Limpiar filtros del sistema de lubricación

Lubricación

- Cambio de aceite de la caja de mando del carro
- Cambio de aceite de la caja de avance
- Cambio de aceite del cabezal de husillo

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura
- Revisión general de la parte mecánica
- Revisión general de motores eléctricos

- Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste: embrague, guías del carro longitudinal y transversal, carro superior, cojinetes del husillo

Capítulo 4. Diagnostico Final

Se realizó el registro de la información técnica de cada uno de los equipos de las diferentes áreas de la planta de producción, recopilando además información de catálogos y manuales que no se contaban con los mismos.

Realización del inventario de las máquinas y equipos con que se cuentan en la planta permitiendo, identificar y localizar el equipo dentro del proceso de producción. Se generó la codificación de las máquinas y equipos para una planificación en su respectivo orden

Se crea una documentación real y sustentable para llevar a cabo la realización de formatos de análisis de criticidad, análisis de fallos, fichas técnicas, cronogramas de intervenciones para el mantenimiento y formatos de plan de inspección para el mantenimiento preventivo, con el fin de que el operario verifique el sitio de trabajo para dar inicio y buena operación a los equipos que además permitan conocer las condiciones del activo físico.

Capítulo 5. Conclusiones

Se logra documentar la información técnica necesaria para la gestión de mantenimiento, mediante la realización de un inventario en el cual se identificaron 36 máquinas y equipos, debido esto se lleva acabo el diligenciamiento de las fichas técnicas las cuales generan mayor conocimiento de las máquinas y equipos con que se cuentan en la planta de producción.

Se creó una plantilla para el análisis de criticidad con el fin de jerarquizar las máquinas y equipos según los criterios basados en la tabla de ponderación, lográndose conocer a que equipos se le debe dar mayor prioridad con el fin de evitar averías que ocasionen tiempos prolongados de parada. Tras el análisis de criticidad se encuentra un equipo crítico, ocho equipos medianamente críticos y veintisiete equipos no críticos. A partir de este análisis se realizo un análisis de modo de fallas y efectos para el equipo más crítico.

Se crean formatos de inspección para el mantenimiento preventivo, permitiendo documentar las actividades programadas que se le deben realizar a las máquinas, realizando un cronograma de intervenciones para mitigar paradas en la producción y disminuir costo de mantenimientos

Capítulo 6. Recomendaciones

Es necesario continua verificando los resultados del plan de mantenimiento preventivo y modificar los ciclos para satisfacer los requerimientos de operación. Siempre es necesario añadir o quitar algo al programa en su proceso de mejoramiento.

Para la realización de la función de mantenimiento se requiere un administrador que realice la planeación, programación, coordinación, control y evaluación de las actividades propias de mantenimiento.

Mantener actualizados los registros de fallas de los equipos de la planta, de esta manera se evitara estimar las averías que se han presentado y la información que se maneja para definir las actividades de mantenimiento será más precisa.

Realizar inducciones al personal del departamento de producción y de manteamiento sobre las técnicas de mantenimiento de equipos y su importancia. Esto con la finalidad de mantener al personal actualizado tecnológicamente y motivada a contribuir al progreso en el cuidado de los equipos.

Crear una base de datos digitalizados de los equipos del sistema de productivo, en la que se especifique todo el listado de partes de reemplazo con sus códigos y su respectivo plano de ensamble. De esta manera se evita la acumulación de papeles y se permite identificar

fácilmente que repuesto correspondiente a que equipo realizado una búsqueda por su número de parte.

Referencias

DUFFUAA Sallh, RAOUF A. DIXON John. Sistemas de mantenimiento. Limusa Wlley. México

MORA Gutiérrez Alberto. Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios. AMG. Colombia 2008.

GABRIEL ANTUAN SIERRA ALVARES. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. Universidad Industrial de Santander.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ CARLOS RAMÓN, Principios de mantenimiento, Posgrado en Gerencia de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander (UIS).

RUIZ ACEVEDO ADRIANA MARÍA, Modelo para la implementación de mantenimiento Predictivo en las facilidades de producción de petróleo. Universidad industrial de Santander, Especialización en gerencia de mantenimiento.2012.

ANGULO OCHOA PABLO ANTONIO. Plan de mantenimiento para la empresa de alimentos concentrados “Itlcol de Occidente Ltda.” Empleando los Conceptos Básicos del TPM. Universidad Industrial de Santander. Ingeniero Mecánico.

NORMA ISO 14224. Industrias de petróleo y gas natural -Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.

Apéndices

Apéndices 1. Inventario de la maquinaria y equipos del área de producción de SOLINGMEC S.A.S.

 SOLINGMEC <small>SOLUCIONES DE INGENIERÍA & MECANIZADOS S.A.S.</small>			INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DEL AREA DE PRODUCCION DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA Y MECANIZADOS S.A.S.		
Realizado por: Omar Yesith Polo Quintero			Fecha: mayo de 2016		Versión 01
ítem	Equipos o maquina	Serie	Marca	Modelo	Área
1	Soldador eléctrico	MD490294U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
2	Soldador eléctrico	MD490295U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
3	Soldador eléctrico	MD490297U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
4	Soldador eléctrico	MD490298U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
5	Soldador eléctrico	ME111181U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
6	Soldador eléctrico	ME111185U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
7	Soldador eléctrico	ME111186U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
8	Soldador eléctrico	ME120389U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
9	Soldador eléctrico	ME324191U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
10	Soldador eléctrico	ME324192U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
11	Soldador eléctrico	ME324193U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
12	Soldador eléctrico	ME324194U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
13	Soldador eléctrico	ME324195U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
14	Soldador eléctrico	ME324196U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
15	Soldador eléctrico	ME324197U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
16	Soldador eléctrico	ME324198U	MILLER	XMT 425VS	Soldadura
17	Soldador eléctrico	U1110804821	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-600	Soldadura
18	Soldador eléctrico	U1110908241	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-600	Soldadura
19	Soldador eléctrico	M3120805981	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-600	Soldadura
20	Soldador eléctrico	U1110908254	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-600	Soldadura
21	Soldador eléctrico	U1110908259	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-600	Soldadura

Fuente. Pasante

Continuación apéndice 1

 SOLUCIONES DE INGENIERÍA & MECANIZADOS S.A.S.		INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DEL AREA DE PRODUCCION DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA Y MECANIZADOS S.A.S.			
Realizado por: Omar Yesith Polo Quintero		Fecha: mayo de 2016		Versión 01	
ítem	Equipos o maquina	Serie	Marca	Modelo	Área
22	Planta eléctrica		CAT		Planta eléctrica
23	Dobladora(CNC)	19679	BAYKAL	APHS 3112*240	Dobladora y cortadora
24	cortadora(CNC)	19589	BAYKAL	MGH 3100*13	Dobladora y cortadora
25	Prensa hidráulica	1505AT 178833	POWER TEAM	B	Taller en general
26	Taladro magnético		BOSH	GMB 32	Taller en general
27	Alesadora		WMW		Mecanizados
28	Taladro radial		Z-J	Z3050X16-1	Mecanizados
29	Torno convencional		GRAZIOLI		Mecanizados
30	Torno portátil 01		YORK	4-14 HD BORING BAR	Mecanizados
31	Torno portátil 02		YORK	CADET	
32	Monta carga	6YR03190	CAT	6R4B	Taller en general
33	Compresor		REXCO TOOLS	NK-60	Compresor de aire
34	Equipo de corte plasma	0013380713	POWER CUT	LR 30071	Taller en general
35	Esmeril 01	0-YL4552	DEWALT	DW758	soldadura
36	Esmeril 02	29-YL55300	DEWALT	DW758	Mecanizados

Apéndices 2. Formato para ficha técnica de maquinaria y equipo

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS					 solingmec <small>SOLUCIONES DE INGENIERIA & MECANIZADOS S.A.S.</small>	
REALIZADO POR:	OMAR YESITH POLO QUINTERO			FECHA:	MAYO DEL 2016	Versión: 01
MÁQUINA-EQUIPO				MARCA		
N° SERIAL				ÁREA		
MODELO				CÓDIGO		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO:		DIMENSIONES	Alto		Largo	Ancho
CRITICIDAD						
CRITICO	<input checked="" type="checkbox"/>	MEDIAMENTE CRITICO	<input type="checkbox"/>	NO-CRITICO	<input type="checkbox"/>	
SISTEMAS						
MECÁNICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	HIDRÁULICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NEUMÁTICO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
ELÉCTRICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	TÉRMICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
VOLTAJE:		POTENCIA:		CAPACIDAD:		TEMP. (°C):
AMPERAJE:		FRECUENCIA:		PRESION (Bar):		
CARACTERISTICAS DEL MOTOR						FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO
N°	HP	RPM	VOLT.	AMP.	MARCA O FABRICANTE	
FUNCIONES						

Fuente. Pasante

Apéndices 3. Ejemplo de un formato completo de fichas técnicas

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS					 <small>SOLUCIONES DE INGENIERIA & MECANIZADOS S.A.S.</small>				
REALIZADO POR:	OMAR YESITH POLO QUINTERO			FECHA:	MAYO DEL 2016		Versión: 01		
MÁQUINA-EQUIPO	Torno convencional			MARCA	Grazioli				
N° SERIAL				ÁREA	Mecanizado				
MODELO				CÓDIGO	SIM-MC-TC-01				
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO:	2500 kg	DIMENSIONES	Alto	1.53 m	Largo	5.20 m	Ancho	1.07 m	
CRITICIDAD									
CRITICO	<input checked="" type="checkbox"/>			MEDIAMENTE CRITICO	<input type="checkbox"/>		NO-CRITICO	<input type="checkbox"/>	
SISTEMAS									
MECÁNICO:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	HIDRÁULICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	NEUMÁTICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
ELÉCTRICO:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	TÉRMICO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
VOLTAJE:	220 v	POTENCIA:		CAPACIDAD:		TEMP. (°C):			
AMPERAJE:		FRECUENCIA:	60 Hz	PRESION (Bar):					
CARACTERISTICAS DEL MOTOR						FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO			
N°	HP	RPM	VOLT.	AMP.	MARCA O FABRICANTE				
1	7.5 HP	1740	220	23.2	SIEMENS				
FUNCIONES									
Mecanizados y fabricacion de distintas piezas									

Fuente. Pasante

Apéndices 4. Lista de los equipos de la planta de producción de SOLINGMEC S.A.S.

ITEM	EQUIPO	AREA	CODIGO
1	DOBLADORA(CNC)	DOBLADORA Y CORTADORA	SIM-DC-DB-01
2	CORTADORA(CNC)	DOBLADORA Y CORTADORA	SIM-DC-CT-01
3	TORNO CONVENCIONAL	MECANIZADOS	SIM-MC-TC-01
4	ALESADORA	MECANIZADOS	SIM-MC-AL-01
5	TALADRO RADIAL	MECANIZADOS	SIM-MC-TR-01
6	TORNO PORTATIL 01	MECANIZADOS	SIM-MC-TP-01
7	TORNO PORTATIL 02	MECANIZADOS	SIM-MC-TP-02
8	PRENSA HIDRAULICA	TALLER EN GENERAL	SIM-TG-PH-01
9	TALADRO MAGNETICO	TALLER EN GENERAL	SIM-TG-TM-01
10	MONTA CARGA	TALLER EN GENERAL	SIM-TG-CG-01
11	PLANTA ELECTRICA	PLANTA ELECTRICA	SIM-PE-EL-01
12	COMPRESOR	COMPRESOR DE AIRE	SIM-CA-CP-01
13	ESMERIL 01	SOLDADURA	SIM-SD-ES-01
14	ESMERIL 02	MECANIZADOS	SIM-MC-ES-02
15	EQUIPO DE CORTE PLASMA	TALLER EN GENERAL	SIM-TG-EC-01
16	SOLDADOR ELECTRICO 01	SOLDADURA	SIM-SD-SE-01
17	SOLDADOR ELECTRICO 02	SOLDADURA	SIM-SD-SE-02
18	SOLDADOR ELECTRICO 03	SOLDADURA	SIM-SD-SE-03
19	SOLDADOR ELECTRICO 04	SOLDADURA	SIM-SD-SE-04
20	SOLDADOR ELECTRICO 05	SOLDADURA	SIM-SD-SE-05
21	SOLDADOR ELECTRICO 06	SOLDADURA	SIM-SD-SE-06
22	SOLDADOR ELECTRICO 07	SOLDADURA	SIM-SD-SE-07
23	SOLDADOR ELECTRICO 08	SOLDADURA	SIM-SD-SE-08
24	SOLDADOR ELECTRICO 09	SOLDADURA	SIM-SD-SE-09
25	SOLDADOR ELECTRICO 10	SOLDADURA	SIM-SD-SE-10
26	SOLDADOR ELECTRICO 11	SOLDADURA	SIM-SD-SE-11
27	SOLDADOR ELECTRICO 12	SOLDADURA	SIM-SD-SE-12
28	SOLDADOR ELECTRICO 13	SOLDADURA	SIM-SD-SE-13
29	SOLDADOR ELECTRICO 14	SOLDADURA	SIM-SD-SE-14
30	SOLDADOR ELECTRICO 15	SOLDADURA	SIM-SD-SE-15
31	SOLDADOR ELECTRICO 16	SOLDADURA	SIM-SD-SE-16
32	SOLDADOR ELECTRICO 17	SOLDADURA	SIM-SD-SE-17
33	SOLDADOR ELECTRICO 18	SOLDADURA	SIM-SD-SE-18
34	SOLDADOR ELECTRICO 19	SOLDADURA	SIM-SD-SE-19
35	SOLDADOR ELECTRICO 20	SOLDADURA	SIM-SD-SE-20
36	SOLDADOR ELECTRICO 21	SOLDADURA	SIM-SD-SE-21

Fuente: pasante

Apéndices 5. Ponderación de los Parámetros del Análisis de Criticidad

PONDERACIONES DE LOS PARAMETROS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD			
1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	Puntaje	4. COSTO REPARACION (MILLONES DE PESOS)	Puntaje
No más de 1 por año	1	Menos de 1 millón	1
Entre 2 y 5 por año	2	Entre 1 y 3 millones	2
Entre 6 y 10 por año	3	Entre 3 y 6 millones	3
Entre 11 y 15 por año	4	Más de 6 millones	4
Más de 16 por año (más de una parada semanal)	5		
2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje	5. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje
Menos de 4 horas	1	No origina ningún impacto ambiental.	1
Entre 4 y 8 horas	2	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta	2
Entre 8 y 12 horas	3	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	3
Entre 12 y 24 horas	4	Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorio	4
Más de 24 horas	5		
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION	Puntaje	6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	Puntaje
No afecta la producción	1	No origina heridas ni lesiones	1
25% de impacto	2	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días.	2
50% de impacto	3	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente.	3
75% de impacto	4	Ocasiona lesiones irreversible	4
La afecta totalmente	5		

Fuente. Pasante

Apéndices 6.Formato para encuesta de análisis de criticidad de SOLINGMEC S.A.S

 SOLINGMEC <small>SOLUCIONES DE INGENIERIA & MECANIZADOS S.A.S.</small>		FORMATO PARA ENCUESTA DE ANALISIS DE CRITICIDAD		Vigencia: JUNIO 2016	
				Versión: 01	
MÁQUINA:		FECHA DE ENCUESTA:			
CODIGO					
SERIAL		REALIZADO POR:			
1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)			4. COSTO REPARACION (MILLONES DE PESOS)		
No más de 1 por año			Menos de 1 millon		
Entre 2 y 5 por año			Entre 1 y 3 millones		
Entre 6 y 10 por año			Entre 3 y 6 millones		
Entre 11 y 15 por año			Mas de 6 millones		
Más de 16 por año(mas de una parada mensual)					
2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)			5. IMPACTO AMBIENTAL		
Menos de 4 horas			No origina ningun impacto ambiental.		
Entre 4 y 8 horas			Contaminacion ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los limites de la planta		
Entre 8 y 12 horas			Contaminacion ambiental moderada, no rebasa los limites de la planta		
Entre 12 y 24 horas			Contaminacion ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorio		
Mas de 24 horas					
3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION			6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL		
No afecta la produccion			No origina heridas nilesiones		
25% de impacto			Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 dias.		
50% de impacto			Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 dias o incapacidad parcial permanente.		
75% de impacto			Ocasiona lesiones irreversible		
La afecta totalmente					

Fuente. Pasante

Apéndices 7.Plantilla de la Matriz del análisis de criticidad de SOLINGMEC S.A.S.

			PLANTILLA PARA ANALISIS DE CRITICIDAD																				Versión: 01									
REALIZADO POR:		OMAR YESITH POLO QUINTERO																		FECHA:		JUNIO DEL 2016										
ÍTEM	CÓDIGO	EQUIPO	1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)					2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)					3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION					4. COSTO REPARACION (MILLONES DE PESOS)				5. IMPACTO AMBIENTAL				6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL				CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS		
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	VALOR	CRITICIDAD	
1	SIM-DC-DB-01	Dobladora (CNC)	X					X							X						X					X					11	NO CRITICO
2	SIM-DC-CT-01	Cortadora (CNC)	X					X							X						X					X					11	NO CRITICO
3	SIM-MC-TC-01	Torno Convencional			X					X				X						X				X							68	CRITICO
4	SIM-MC-AL-01	Alesadora		X						X	X								X			X									28	MEDIANAMENTE CRÍTICO
5	SIM-MC-TR-01	Taladro Radial		X					X		X							X			X										22	MEDIANAMENTE CRÍTICO
6	SIM-MC-TP-01	Torno portatil 01		X					X		X							X			X										20	MEDIANAMENTE CRÍTICO
7	SIM-MC-TP-02	Torno portatil 02		X						X	X							X			X										26	MEDIANAMENTE CRÍTICO
8	SIM-TG-PH-01	Prensa Hidraulica		X						X			X					X			X							X			28	MEDIANAMENTE CRÍTICO
9	SIM-TG-TM-01	Taladro Magnetico		X						X			X					X			X										18	NO CRITICO
10	SIM-TG-CG-01	Monta Carga			X						X			X					X			X		X							45	MEDIANAMENTE CRÍTICO
11	SIM-PE-EL-01	Planta Electrica		X						X	X								X	X		X									24	MEDIANAMENTE CRÍTICO
12	SIM-CA-CP-01	Compresor		X						X			X						X		X		X								24	MEDIANAMENTE CRÍTICO
13	SIM-SD-ES-01	Esmeril 01	X							X			X					X			X										9	NO CRITICO
14	SIM-MC-ES-02	Esmeril 02	X							X			X					X			X										9	NO CRITICO
15	SIM-TG-EC-01	Equipo de coste Plasma		X						X			X					X			X										18	NO CRITICO
16	SIM-SD-SE-01	Soldador Electrico 01	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
17	SIM-SD-SE-02	Soldador Electrico 02	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
18	SIM-SD-SE-03	Soldador Electrico 03	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
19	SIM-SD-SE-04	Soldador Electrico 04	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
20	SIM-SD-SE-05	Soldador Electrico 05	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
21	SIM-SD-SE-06	Soldador Electrico 06	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
22	SIM-SD-SE-07	Soldador Electrico 07	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
23	SIM-SD-SE-08	Soldador Electrico 08	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
24	SIM-SD-SE-09	Soldador Electrico 09	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
25	SIM-SD-SE-10	Soldador Electrico 10	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
26	SIM-SD-SE-11	Soldador Electrico 11	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
27	SIM-SD-SE-12	Soldador Electrico 12	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
28	SIM-SD-SE-13	Soldador Electrico 13	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
29	SIM-SD-SE-14	Soldador Electrico 14	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
30	SIM-SD-SE-15	Soldador Electrico 15	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
31	SIM-SD-SE-16	Soldador Electrico 16	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
32	SIM-SD-SE-17	Soldador Electrico 17	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
33	SIM-SD-SE-18	Soldador Electrico 18	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
34	SIM-SD-SE-19	Soldador Electrico 19	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
35	SIM-SD-SE-20	Soldador Electrico 20	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO
36	SIM-SD-SE-21	Soldador Electrico 21	X							X			X					X				X									10	NO CRITICO

Fuente. Pasante

Apéndices 8. formato para plan de inspección de mantenimiento preventivo

 SOLINGMEC SOLUCIONES DE INGENIERIA & MECANIZADOS S.A.S.		INSPECCION PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Vigencia: JULIO 2016
					Versión: 01
MÁQUINA-EQUIPO _____		CÓDIGO: _____	ÁREA: _____		
LIDER DE ÁREA: _____		FECHA: _____	HOROMETRO: _____		
PUNTO DE MANTENIMIENTO	ELEMENTOS	OPERACIONES A REALIZAR	REPUESTOS/CONSUMIBLES	OBSERVACIONES RESPECTO AL ESTADO FINAL	
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO/S, MOTOR/ES, TRAFOS Y CONEXIONES	LIMPIEZA, REVISIÓN Y AJUSTE	LIMPIA CONTACTOS		
SISTEMA HIDRÁULICO	BOMBA, BLOQUE, ELECTROVALVULAS Y CONEXIONES	LIMPIEZA Y REVISIÓN			
SISTEMA NEUMÁTICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	AJUSTAR Y REVISAR			
SISTEMA MECÁNICO	RODAMIENTO, ENGRANAJE, POLEAS, CORREAS, CHUMACERAS	LUBRICACIÓN Y REVISIÓN			
OBSERVACIONES GENERALES					

 TÉCNICO (FIRMA)

NOMBRE:

 JEFE DE MANTENIMIENTO (FIRMA)

NOMBRE:

Fuente. Pasante

Apéndices 10. Fotografías de componentes a reparar

Zapatas komatsu



Fan drive



Carera de tractor de orugas



Cuchillas 16M



Tarjeta de identificación de piezas

Bolingmec
SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN S.A.S.

TARJETA DE IDENTIFICACIÓN DE PIEZAS A REPARAR

DESCRIPCIÓN: _____ RCA No. _____

NOMBRE DE LA PIEZA: **CABIE REEL**

MODELO: _____ P/N: _____

CLIENTE: **ORJA**

NOMBRE DEL EQUIPO: _____ No. EQUIPO: _____

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA: **Reparación Canal**

FECHA DE ENTRADA: _____ FECHA DE SALIDA: _____

Fuente. Pasante