



INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE GRADO

**PROPUESTA DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LA EMPRESA MAESTRANZA Y
TORNERIA HERMANOS ARCIENEGA
SRL.**

Isaac Efraín Rivera Chávez

Para optar al grado de licenciatura en

Ingeniería Industrial

Santa Cruz - Bolivia

2016

Agradecimientos:

A nuestro divino creador por darme la oportunidad de cumplir con una meta más, por llenarme de sabiduría y valentía para asumir los retos que la vida nos propone.

Al ingeniero Erlan Alejo Lamas por su amabilidad y desinteresado empeño en hacer posible la realización de este proyecto.

A todo aquello que de una manera u otra participaron en la realización de este plan de mantenimiento preventivo para la empresa Maestranza y Tornería Hermanos Arciénega SRL.

A la empresa Maestranza y Tornería Hermanos Arcienega SRL. En especial al señor Napoleón y Luis Arciénega que siempre brindaron el apoyo y las herramientas necesarias para materializar este trabajo.

ABSTRACT

TITULO : Propuesta de un plan de Mantenimiento Preventivo para la empresa "Maestranza y tornería hermanos Arciénega SRL."

AUTOR (ES) : Isaac Efraín Rivera Chávez

PROBLEMÁTICA

La existencia de paros inesperados en las máquinas ha generado pérdidas económicas para la empresa, además del retraso en la entrega de los trabajos por contingencias negativas en las paradas de máquinas.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos para su implementación en la empresa Maestranza y Tornería "Hermanos Arcienega" SRL.

CONTENIDO

La propuesta de implementación de este plan de mantenimiento para la empresa MTHA SRL. se hizo con el fin de encontrar y prevenir los problemas, antes de que estos ocasionen una falla por medio de una lista completa de actividades realizadas por operarios, para asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Se diseñó el programa con frecuencias calendario, con el objetivo de realizar los instructivos. Estos pueden ser cambios ya sea de partes, reparaciones, ajustes, lubricantes a la maquinaria y equipos que se consideran importantes analizar en esta empresa, para evitar fallos.

CARRERA
PROFESOR GUIA
DESCRIPTORES O TEMAS
PERIODO DE INVESTIGACION
E-MAIL DEL O LOS AUTORES

: "Ingeniería Industrial"
: Ing. Juan Carlos Loza Rodríguez
: Mantenimiento preventivo
: (Marzo – Agosto/ 2016)
: efrain_chavez1985@hotmail.com

INDICE GENERAL

CAPITULO I	PAG
INTRODUCCION	
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 Esquema del problema	3
1.3.2 Diagrama causa – efecto	4
1.3.3 Diagrama acción – fin	5
1.3.4 Pregunta de investigación.....	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	6
1.5.1 Justificación técnica	6
1.5.2 Justificación económica.....	7
1.5.3 Justificación social	7
1.6 LIMITES.....	7
1.6.1 Temporal.....	7
1.6.2 Geográfico	7
1.6.3 Sustantivo.....	7
1.7 METODOLOGIA.....	8
1.7.1 Investigación descriptiva	8
1.7.2 Investigación propositiva	8

1.8 FUENTES DE INFORMACION	8
1.8.1 Fuentes primarias	8
1.8.2 Fuentes secundarias	8
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	
2.1 MARCO CONCEPTUAL	9
2.1.1 Mantenimiento	9
2.1.2 Tipos de mantenimiento	10
2.1.3 Beneficios del Mantenimiento.....	14
2.1.4 Costos asociados al mantenimiento.....	16
2.1.5 Consideraciones en la realización de un plan de mantenimiento.....	17
2.1.6 Lubricación.....	18
2.1.7 Análisis de equipos.....	20
2.1.8 Análisis de Averías.....	21
2.1.9 Disponibilidad	21
2.1.10 Mantenibilidad.....	22
2.2 MARCO REFERENCIAL	23
2.2.1 Máquina – Herramienta	23
2.2.2 El torno	23
2.2.3 Torno CNC	24
2.2.4 Fresadora.....	25
2.2.5 Talladora de engranajes.	26
2.2.6 Cepillo.	26
2.2.7 Taladradora.	27
2.2.8 Rectificadora.	29

2.2.9 Equipos de Soldadura.....	29
2.2.10 Compresor de Aire	30
2.2.11 Motor de combustión Interna.....	31
2.2.12 Motor eléctrico	31
2.2.13 Tablero Eléctrico.....	31
2.2.14 Rodamiento	33
2.2.15 Cojinetes Antifricción	33
2.2.16 Engranaje.....	35
2.2.17 Correa de Transmisión	35
2.2.18 Poleas de Transmisión	36
2.2.19 Herramienta de Corte	36
2.2.20 Fluido de Corte.	36
2.2.21 Acción Preventiva.	38
2.2.22 Ciclo de vida.....	38
2.2.23 Confiabilidad.	38
2.2.24 Desgaste.....	38
2.2.25 Disponibilidad.	38
2.2.26 Especificaciones Técnicas.....	38
2.2.27 Fallo.....	39
2.2.28 Fiabilidad.	39
2.2.29 Herramientas.....	39
2.2.30 Inspección.	39
2.2.31 Mantenibilidad.....	39
2.2.32 Máquina.	39
2.2.33 Mejoramiento.	39

2.2.34 Orden de trabajo.....	40
2.2.35 Plan de Mantenimiento.	40
2.2.36 Reparación.	40
2.2.37 Servicios Técnicos.	40
2.2.38 Tiempo Ocioso.....	40
 CAPITULO III	
DIAGNÓSTICO	
3.1 INTRODUCCION.....	41
3.2 ORGANIZACIÓN.....	42
3.2.1 Gerente general	44
3.2.2. Gerente de operaciones	44
3.2.3 Gerente administrativo	45
3.2.4 Encargado de área	46
3.2.5 Contador	47
3.3 PROCESO PRODUCTIVO.....	47
3.3.1 Área de Maquinas Herramientas	48
3.3.2 Área de Rectificación de Motores	53
3.4 CALIDAD	59
3.4.1 Calidad superficial.....	59
3.4.2 Grado de precisión.....	62
3.4.3 Calidad o precisión de trabajo.....	64
3.5 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	65
3.5.1 Iluminación.....	65
3.5.2 Ventilación.....	65
3.5.3 Vías de acceso y comunicación	66

3.5.4 Escapes	66
3.5.5 Instalación eléctrica	66
3.5.6 Servicios Higiénicos	67
3.5.7 Vestuarios y casilleros.....	68
3.5.8 Sistema de alarmas	68
3.5.9 Protección contra caída de personas	68
3.5.10 Orden y limpieza.....	68
3.5.11 Lugar de acumulación de residuos sólidos	68
3.5.12 Prevención y protección contra incendios	69
3.5.13 Simulacro contra incendio	69
3.5.14 Extintores contra incendios	69
3.5.15 Señalización (colores de seguridad).....	70
3.5.16 Resguardo de Máquinas y Equipos	71
3.5.17 Equipos de Protección Personal	71
3.5.18 Tarjetas de trabajo.....	73
3.6 MANTENIMIENTO	73
3.6.1 Administración de trabajos de mantenimiento.....	74
3.6.2 Costos de mantenimiento	75
3.6.3 Infraestructura y equipos de mantenimiento	75
3.6.4 Servicio de terceros	76
3.6.5 Personal.....	76
3.6.6 Diagnóstico de condición de las maquinas	77
3.6.7 Almacén y manejo de repuestos	77
3.6.8 Administración y control del presupuesto.....	78
3.6.9 Planeación y programación de órdenes de trabajo	79

3.6.10 Instalaciones	79
3.6.11 Control de almacenes y herramientas	79
3.6.12 Mantenimiento preventivo e historial del equipo	80
3.6.13 Análisis de fallas en máquinas y equipos	81
3.6.14 Tiempo de parada por fallas.....	83
 CAPITULO IV	
PROPUESTA	
4.1 INTRODUCCIÓN	85
4.2 ORGANIZACIÓN.....	86
4.2.1 Definición de responsabilidades	87
4.3 GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	91
4.3.1 Localización de los equipos en la empresa (LAY- OUT) MTHA SRL.	91
4.3.2 Empadronamiento de equipos.....	92
4.3.3 Codificación	94
4.3.4 Ficha Técnica	96
4.3.5 Formato Hoja de Vida.....	100
4.3.6 Relación de requerimientos	100
4.3.7 Instructivo.....	106
4.3.8 Tableros de control	107
4.3.9 Carta de lubricación	107
4.3.10 Control de lubricación	111
4.3.11 Costos de mantenimiento por equipo	111
4.3.12 Programa de mantenimiento preventivo por equipo	111
4.3.13 Mantenimiento autónomo.....	113
4.3.14 Inspección de máquinas y equipos.....	113

4.3.15 Orden de trabajo de mantenimiento	117
4.3.16 Programa anual de mantenimiento preventivo.....	117
4.4 ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	117
4.4.1 Mantenimiento Autónomo	117
4.4.2 Inspecciones periódicas programadas	118
4.5 Procedimiento General de Mantenimiento	120
4.6 ANALISIS DE CRITICIDAD	125
4.6.1 Programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos	127
CAPITULO V	
ANÁLISIS ECONOMICO	
5.1 INTRODUCCION	130
5.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	130
5.2.1 Costos fijos	131
5.2.2 Costos indirectos	131
5.2.3 Costo de tiempos perdidos	132
5.2.4 Costos generales.....	133
5.3 COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	133
5.3.1 Costo de inspecciones	135
5.3.2 Costos de fallo	138
5.3.3 Costo de mantenimiento o directos	143
5.3.4 Costos variables de mantenimiento.....	143
5.4 BENEFICIO DEL PROYECTO	144
5.4.1 Cálculo del beneficio del proyecto.....	145
5.4.2 Relación beneficio/costo del proyecto	146

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.....	147
------------------------------	------------

6.2 RECOMENDACIONES	148
----------------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA

WEBLOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° I.1 Árbol del problema	4
---	----------

Diagrama N° I.2 Árbol de solución.....	5
---	----------

Diagrama N° III.1 Organigrama de la empresa MTHA SRL	43
---	-----------

Diagrama N° III.2 Proceso de mecanizado.....	52
---	-----------

Diagrama N° III.3 Proceso de rectificación de motores	54
--	-----------

Diagrama N° III.4 Esquema de fallas de sistemas de una máquina herramienta.....	82
--	-----------

Diagrama N° IV.1 Propuesta de estructura organizacional MTHA SRL	86
---	-----------

Diagrama N° IV.2 Sistema de inspecciones periódicas	119
--	------------

Diagrama N° IV.3 Flujograma de mantenimiento general	123
---	------------

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° II.1 Holguras de lubricación de superficies en fricción	19
--	-----------

Imagen N° II.2 Torno Paralelo Convencional.....	24
--	-----------

Imagen N° II.3 Torno CNC	25
---------------------------------------	-----------

Imagen N° II.4 Fresadora Universal	26
---	-----------

Imagen N° II.5 Talladora de Engranajes	27
---	-----------

Imagen N° II.6 Cepillo Mecánico	28
--	-----------

Imagen N° II.7 Taladradora	28
Imagen N° II.8 Rectificadora de Cigüeñales	30
Imagen N° II.9 Equipos de soldadura	30
Imagen N° II.10 Compresor de Aire	32
Imagen N° II.11 Motor de combustión interna	32
Imagen N° II.12 Motor Eléctrico inducido	33
Imagen N° II.13 Tablero Eléctrico.....	34
Imagen N° II.14 Rodamiento	34
Imagen N° II.15 Cojinetes Antifricción	34
Imagen N° II.16 Engranajes.....	35
Imagen N° II.17 Correas y poleas de transmisión.....	37
Imagen N° II.18 Herramientas de corte.....	37
Imagen N° II.19 Fluidos de corte	37
Imagen N° III.1 Fachada de la empresa MTHA SRL.	41
Imagen N° III.2 Área de máquinas - herramientas.....	49
Imagen N° III.3 Rellenado por soldadura	51
Imagen N° III.4 Tallado de dientes Rueda Motriz	51
Imagen N° III.5 Mecanizado en torno paralelo convencional	51
Imagen N° III.6 Área de Maquinas Rectificadoras	53
Imagen N° III.7 Fresado de asiento de válvula	55
Imagen N° III.8 Alineado de cilindros	56
Imagen N° III.9 Rectificado de puños de cigüeñal	58
Imagen N° III.10 Proceso de Alineado de bielas	58
Imagen N° III.11 Proceso de Alineado de Bancadas	58
Imagen N° III.12 Proceso de Rectificado de superficies planas.....	59

Imagen N° III.13 Medición de la precisión de acabado de un cilindro de motor	62
Imagen N° III.14 Centrado de precisión.....	63
Imagen N° III.15 Instrumentos de medición.....	63
Imagen N° III.16 Ajuste agujero único y eje único	64
Imagen N° III.17 Sistema de iluminación MTHA SRL.....	65
Imagen N° III.18 Sistema de Ventilación MTHA SRL.	66
Imagen N° III.19 Señalización de tableros eléctricos MTHA SRL.	67
Imagen N° III.20 Baños y duchas MTHA SRL.	67
Imagen N° III.21 Depósitos de residuos sólidos MTHA SRL.	69
Imagen N° III.22 Depósitos de lubricantes y combustibles MTHA SRL.	70
Imagen N° III.23 Extintor contra incendio MTHA SRL.	70
Imagen N° III.24 Resguardo de equipo compresor de aire MTHA SRL.	71
Imagen N° III.25 Señalética de uso de EPP MTHA SRL.....	72
Imagen N° III.26 Maniobras de descarga sin uso de EPP MTHA SRL.	72
Imagen N° III.27 Almacén de materiales y repuestos MTHA SRL.	78
Imagen N° III.28 Detección de falla mecánica en torno convencional	81

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° III.1 Demanda de trabajos de clientes de la empresa MTHA SRL.....	42
Cuadro N° III.2 Maquinaria y equipos área de máquinas - herramientas MTHA SRL.	49
Cuadro N° III.3 Maquinaria y equipos área de máquinas rectificadoras MTHA SRL.	53
Cuadro N° III.4 Rangos típicos de valores de rugosidad superficial.....	60
Cuadro N° III.5 Criterios de rugosidad (Ra)	61

Cuadro N° III.6 Aplicación y obtención de distintas calidades superficiales.....	61
Cuadro N° III.7 Tipo de fallas por sistema	83
Cuadro N° IV.1 Inventario Equipos MTHA SRL.	93
Cuadro N° IV.2 Codificación de los equipos	95
Cuadro N° IV.3 Ficha técnica de equipos	98
Cuadro N° IV.4 Modelo para recolección de datos inventario de equipos	99
Cuadro N° IV.5 Modelo para hoja de vida de equipos MTHA SRL.....	102
Cuadro N° IV.6 Actividades de lubricación, eléctricas, mecánicas y de limpieza ..	103
Cuadro N° IV.7 Modelo de instructivo	108
Cuadro N° IV.8 Modelo carta de lubricación para equipos MTHA SRL.....	109
Cuadro N° IV.9 Control de lubricación	110
Cuadro N° IV.10 Costo de mantenimiento por equipo	112
Cuadro N° IV.11 Programa de mantenimiento preventivo por equipo	112
Cuadro N° IV.12 Modelo Mantenimiento Autónomo para equipos MTHA SRL.	114
Cuadro N° IV.13 Inspección de Máquinas y Equipos	115
Cuadro N° IV.14 Orden de trabajo de mantenimiento	116
Cuadro N° IV.15 Criterios para análisis de criticidad para los equipos de MTHA ...	125
Cuadro N° IV.16 Matriz de criticidad para los equipos de MTHA SRL. Área 1	128
Cuadro N° IV.17 Matriz de criticidad para los equipos de MTHA SRL. Área 2	129
Cuadro N° V.1 Costos de Mantenimiento Preventivo	134
Cuadro N° V.2 Programa de capacitaciones de mantenimiento preventivo	134
Cuadro N° V.3 Costos de fallo de maquinaria.....	142
Cuadro N° V. Costos de materiales, repuestos y mano de obra de mantenimiento	143

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° IV.1 LAY OUT Plano de localización de Maquinaria y Equipos	92
Grafico N° V.1 Curva de costos del mantenimiento con relación al tiempo.	135
Grafico N° V.2 Curva de costos del mantenimiento – parada de producción.....	136
Grafico N° V.3 Frecuencia óptima de inspecciones.....	137

CAPITULO I