



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER  
DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.**

**Luis Fernando Paredes Lavagnino**

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista

Guatemala, septiembre de 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER  
DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS FERNANDO PAREDES LAVAGNINO**  
ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER  
DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de noviembre de 2013.



**Luis Fernando Paredes Lavagnino**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 26 de mayo de 2015.  
REF.EPS.DOC.404.05.2015.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Luis Fernando Paredes Lavagnino**, Carné No. **200815462** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"  
Inga. Sindy Massiel Godínez de Dávila  
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS  
Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SMGB/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 26 de mayo de 2015.  
REF.EPS.D.271.05.2015

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Fernando Paredes Lavagnino** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirle.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

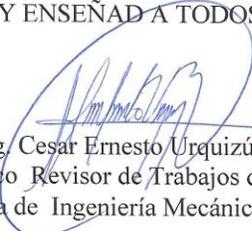


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.084.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Paredes Lavagnino**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2015.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.171.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Paredes Lavagnino**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2015.

/mgp



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 490.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS DEL INGENIO CONCEPCIÓN, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Paredes Lavagnino,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, septiembre de 2015

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser el pilar fundamental de mi vida; por llevarme de la mano en este camino lleno de bendiciones y por permitirme llegar hasta acá con su infinita bondad y gran amor.
- Mi madre** Evelin Magalí Lavagnino Sánchez, por todo el amor y el esfuerzo empleado por formarme de la mejor forma. Gracias por su ejemplo, por haber creído y confiado siempre en mí, por estar conmigo en los momentos más difíciles, y por su inmenso apoyo y amor.
- Mis abuelos** René Alberto Lavagnino Fleiter y Lesvia Orfilia Sánchez Barrientos por su amor, ejemplo, tiempo, apoyo incondicional y sus sabios consejos.
- Mis tíos** Eddy Lavagnino, Nori Diaz, Jorge Lavagnino, Estuardo Lavagnino, Erick Lavagnino (q. e. p. d) por su tiempo y apoyo incondicional.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Mario Leonel  
Montenegro Pineda**

Por brindarme su apoyo incondicionalmente en toda mi carrera, por su ejemplo y sus consejos.

**Mis amigos**

Ervin Mencos, José Diego Romero, Martha Alvarado, Armando Ixcol, Víctor Rivas, Claudia Pérez, Dulce Ruiz, Leonel Enríquez, Jorge Minera, Francisco Gómez, Diego Martínez De Antoñana, María Arotza; por compartir esta felicidad conmigo, por haberme brindado su invaluable amistad, por cada momento que compartimos.

**Marian Angélica Mejía  
Giordano**

Por su apoyo incondicional, por acompañarme en esta etapa tan importante de mi vida, por motivarme e inspirarme. Te quiero.

**Inga. Sindy Godinez**

Por su apoyo y dedicación durante el desarrollo del proyecto.

**Lic. Eduardo Soto**

Por ser mi asesor y darme la oportunidad de desarrollar este proyecto. Por su apoyo, enseñanzas, confianza y consejos otorgados durante mi EPS.

**Ingenio Concepción S. A.**

Por ser la empresa que me permitió afianzar muchos de los conocimientos obtenidos en el transcurso de mi carrera. Por haber sido parte indispensable en el desarrollo de mi EPS. Gracias Ing. Guillermo Benitez, Lic. Eduardo Soto y Otto Rizzo, por haber sido parte indispensable en el desarrollo del proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. GENERALIDADES DEL INGENIO CONCEPCIÓN.....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.2. Historia .....	1
1.3. Misión .....	3
1.4. Visión.....	3
1.5. Valores .....	3
1.6. Política de calidad .....	4
1.7. Estructura organizacional .....	4
1.8. Descripción del área de Mantenimiento.....	6
1.8.1. Taller de soldadura .....	6
1.8.2. Taller de máquinas-herramientas .....	6
1.8.3. Taller de mecánicos-industriales .....	7
1.9. Taller de máquinas-herramientas .....	7
1.9.1. Administración del taller.....	7
1.9.2. Organigrama del taller de máquinas- herramientas.....	8
1.9.3. Estructura funcional del taller de máquinas- herramientas.....	9

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS ....	11
2.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	11
2.1.1.	Análisis Foda.....	12
2.1.2.	Taller de máquinas-herramientas.....	14
2.1.2.1.	Recurso humano .....	14
2.1.2.1.1.	Categorización de puestos de trabajo.....	16
2.1.2.1.2.	Sistema de pago .....	18
2.1.2.2.	Determinación de actividades que generan tiempos no productivos .....	19
2.1.2.3.	Determinación de las principales causas que generan pérdida de tiempo.....	22
2.1.2.4.	Determinación de las principales causas de actividades no productivas .....	30
2.1.2.5.	Procedimiento de solicitudes de trabajo .....	32
2.1.2.6.	Procedimiento de órdenes de trabajo...	35
2.1.2.7.	Flujograma de generación de órdenes de trabajo .....	38
2.1.2.8.	Determinación de método para designación de tiempos.....	40
2.2.	Diseño del sistema de bonos-incentivos para aumentar la productividad.....	48
2.2.1.	Taller de máquinas-herramientas.....	48
2.2.1.1.	Recurso humano .....	48

2.2.1.1.1.	Procedimiento para el de pago de bonos-incentivos .....	49
2.2.1.1.2.	Definición de indicadores de medición de productividad .....	51
2.2.1.1.3.	Diseño del modelo matemático para el sistema de pago de bonos-incentivos.....	53
2.2.1.1.4.	Matriz de cálculo de pago de bonos-incentivos .....	56
2.2.1.2.	Plan de acción para la reducción de las principales causas de pérdida de tiempo.....	63
2.2.1.3.	Plan de acción para el control de las actividades no productivas .....	66
2.2.1.4.	Sistema de órdenes de trabajo .....	68
2.2.1.4.1.	Clasificación de trabajos.....	71
2.2.1.4.2.	Procedimiento de órdenes de trabajo.....	72
2.2.1.4.3.	Metodología para designación de tiempos.....	77

2.2.1.4.4.	Flujograma para generación de órdenes de trabajo .....	77
2.2.1.5.	Base de datos del registro de órdenes de trabajo .....	79
2.2.1.5.1.	Seguimiento de órdenes de trabajo .....	83
2.2.1.5.2.	Planificación de materiales para la ejecución de las órdenes de trabajo .....	85
2.2.1.5.3.	Planificación de actividades semanales de los colaboradores con base en las órdenes de trabajo .....	88
2.2.1.5.4.	Registro de actividades no productivas.....	90
2.3.	Evaluación de resultados del plan de mejoras .....	92
2.3.1	Indicadores de medición del sistema de pago de bonos-incentivos .....	96
2.4.	Costo de propuesta .....	100
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS .....	103
3.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	103

3.1.1.	Diagrama causa-efecto de los problemas de mantenimiento .....	113
3.1.2.	Maquinaria y equipo .....	116
3.1.3.	Mantenimiento de maquinaria y equipo .....	116
3.1.4.	Controles y registros del mantenimiento.....	118
3.2.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo.....	120
3.2.1.	Maquinaria y equipo .....	123
3.2.1.1.	Inventario de equipos .....	125
3.2.1.2.	Ubicación de equipos .....	126
3.2.1.3.	Formato de ficha técnica .....	129
3.2.1.4.	Prolongación de vida útil de los equipos .....	131
3.2.1.5.	Recurso humano .....	140
3.2.2.	Mantenimiento preventivo.....	141
3.2.2.1.	Ficha técnica de los equipos.....	142
3.2.2.2.	Descripción del mantenimiento preventivo .....	147
3.2.2.3.	Programación de la ejecución del mantenimiento preventivo.....	153
3.2.2.4.	Controles de mantenimiento preventivo .....	159
3.2.2.5.	Historial de mantenimientos realizados .....	165
3.2.2.6.	Estado de maquinaria y equipo .....	167
3.2.2.7.	Procedimiento de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo .....	168
3.3.	Inducción del personal al procedimiento de mantenimiento preventivo .....	176

3.4.	Costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo.....	176
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	179
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	179
4.2.	Plan de capacitación .....	182
4.3.	Resultados de la capacitación de mantenimiento preventivo.....	209
4.4.	Costos de la propuesta .....	211
	CONCLUSIONES.....	213
	RECOMENDACIONES .....	215
	BIBLIOGRAFÍA.....	217

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama del taller de máquinas-herramientas.....	8
2.	Matriz Foda.....	13
3.	Distribución porcentual de actividades no productivas .....	21
4.	Boleta de encuesta de clasificación de causas que inciden en la baja productividad.....	23
5.	Pareto de estudio de pérdida de tiempo .....	27
6.	Análisis de causa y efecto de pérdida de tiempo.....	28
7.	Análisis de cinco porques de pérdida de tiempo.....	29
8.	Análisis causa–efecto de baja productividad .....	30
9.	Análisis de cinco porques de actividades no productivas .....	32
10.	Procedimiento de solicitud de trabajo .....	33
11.	Procedimiento de órdenes de trabajo .....	36
12.	Flujograma de generación de órdenes de trabajo .....	39
13.	Histograma y curva normal de las frecuencias de los datos del experimento con tiempo estimado. ....	47
14.	Histograma y curva normal de las frecuencias de los datos del experimento sin tiempo estimado. ....	47
15.	Modelo exponencial, factor en función de x.....	56
16.	Planes de acción para reducir las principales causas de pérdida de tiempo.....	65
17.	Planes de acción para reducir las principales causas de actividades no productivas.....	67
18.	Formato de orden de trabajo .....	70

19.	Archivo de órdenes de trabajo.....	72
20.	Procedimiento de órdenes de trabajo.....	74
21.	Flujograma para generación de órdenes de trabajo.....	78
22.	Procedimiento para completar base de datos del taller de máquinas–herramientas .....	80
23.	Base de datos para el registro de órdenes de trabajo .....	82
24.	Seguimiento de órdenes de trabajo.....	84
25.	Planificación de materiales.....	87
26.	Flujograma para la planificación de actividades semanales de los colaboradores.....	89
27.	Registro de actividades no productivas .....	91
28.	Distribución porcentual de actividades no productivas para la semana del 14 al 20 de octubre .....	95
29.	Tendencias de eficiencia-utilización-productividad.....	100
30.	Análisis causa-efecto de los principales problemas del taller máquinas-herramientas.....	114
31.	Análisis de cinco porques de los principales problemas del taller de máquinas-herramientas.....	115
32.	Análisis de causa–efecto de fallas recurrentes en equipos.....	117
33.	Análisis de cinco porques de las fallas recurrentes en el taller de máquinas-herramientas.....	118
34.	Análisis de causa–efecto de atraso en fabricación de piezas .....	119
35.	Análisis de cinco porques de las fallas recurrentes en el taller de máquinas-herramientas.....	120
36.	Vista en planta del taller máquinas-herramientas.....	128
37.	Formato base de información técnica de los equipos.....	130
38.	Procedimiento de limpieza .....	132
39.	Procedimiento de lubricación .....	135
40.	Procedimiento de desengrase .....	138

41.	Distribución porcentual de las categorías de puestos del taller .....	141
42.	Ficha técnica de torno 1 (T-1) marca: Pencoyd .....	143
43.	Ficha técnica cepillo (C-1) marca: Damon .....	144
44.	Ficha técnica fresa (F-1) marca: Milwaukee .....	145
45.	Ficha técnica taladro (B-1) marca: Pizzochero .....	146
46.	Hoja de vida de máquina y equipo, mantenimiento preventivo.....	148
47.	Programa de mantenimiento preventivo para cepillo (C-1) marca: Damon .....	149
48.	Programa de mantenimiento preventivo para fresa (F-1) marca: Milwaukee.....	150
49.	Programa de mantenimiento preventivo para taladro (B-1) marca Pizzochero .....	151
50.	Programa de mantenimiento preventivo para torno (T-1) marca Pencoyd.....	152
51.	Programación de la ejecución del mantenimiento preventivo .....	153
52.	Planificación de mantenimiento preventivo para cepillo (C-1) marca: Damon .....	155
53.	Planificación de mantenimiento preventivo para fresa (F-1) marca: Milwaukee.....	156
54.	Planificación de mantenimiento preventivo para taladro (B-1) marca: Pizzochero .....	157
55.	Planificación de mantenimiento preventivo para torno (T-1) marca: Pencoyd.....	158
56.	Seguimiento del cumplimiento de actividades .....	159
57.	Historial de equipo cepillo (C-1) marca: Damon .....	161
58.	Historial de equipo fresa (F-1) marca: Milwaukee.....	162
59.	Historial de equipo taladro (B-1) marca: Pizzochero.....	163
60.	Historial de equipo torno (T-1) marca: Pencoyd .....	164
61.	Historial de mantenimientos realizados .....	166

62.	Observaciones sobre el estado de la maquinaria o equipo .....	167
63.	Procedimiento de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo.....	169
64.	Hoja de control del estado de los equipos.....	172
65.	Registro quincenal de la calificación del mantenimiento de cada equipo.....	175
66.	Instrumento de evaluación .....	179
67.	Evaluación de lubricación de maquinaria .....	188
68.	Evaluación de cojinetes.....	195
69.	Evaluación de bombas centrífugas .....	202
70.	Evaluación de mantenimiento preventivo .....	208

## TABLAS

I.	Responsabilidades, funcionalidad y toma de decisiones, por puesto.....	5
II.	Responsabilidades, funcionalidad y toma de decisiones, por puesto, en el taller de máquinas-herramientas.....	9
III.	Características de los colaboradores, según categorías salariales ....	16
IV.	Metodología del sistema de pago .....	18
V.	Tiempos no productivos según actividades .....	20
VI.	Resultados de análisis de las principales causas de pérdida de tiempo.....	26
VII.	Tabulación de datos obtenidos asignando tiempos estimados a los órdenes de trabajo.....	43
VIII.	Datos obtenidos del experimento sin tiempos estimados .....	44
IX.	Estadísticos descriptivos de los experimentos.....	45
X.	Análisis comparativo de los resultados de los experimentos .....	46
XI.	Procedimiento para el sistema de pago de bonos-incentivos.....	50

XII.	Modelo exponencial, factor en función de x.....	55
XIII.	Bono de productividad respecto al modelo exponencial por categoría salarial.....	58
XIV.	Productividad en función de utilización y eficiencia.....	59
XV.	Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero I (M-t I) .....	61
XVI.	Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero II (M-t II) .....	61
XVII.	Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero III (M-t III) .....	62
XVIII.	Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero IV (M-t IV) .....	62
XIX.	Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero V (M-t V) .....	63
XX.	Resultados de la evaluación del plan de mejoras de pérdida de tiempo .....	93
XXI.	Tiempos no productivos según actividades .....	94
XXII.	Indicadores a utilizar en el taller de máquinas-herramientas .....	96
XXIII.	Análisis de productividad del taller para la semana 30 que comprende del 29/07/2013 al 04/08/2013.....	97
XXIV.	Análisis de productividad del taller para la semana 31 que comprende del 05/08/2013 al 11/08/2013.....	98
XXV.	Resumen del bono de productividad por semana .....	99
XXVI.	Presupuesto anual para capacitación de productividad del taller de máquinas-herramientas .....	101
XXVII.	Diagnóstico de la situación actual de los tornos.....	104
XXVIII.	Diagnóstico de la situación actual de los cepillos.....	108
XXIX.	Diagnóstico de la situación actual de las fresas.....	111
XXX.	Diagnóstico de la situación actual de los taladros.....	112
XXXI.	Inventario equipos taller máquinas-herramientas.....	126
XXXII.	Matriz de puestos del taller .....	140
XXXIII.	Costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo. Presupuesto .....	177
XXXIV.	Matriz de evaluación de necesidades de capacitación .....	181

XXXV.	Plan de capacitación.....	183
XXXVI.	Programación capacitación lubricación de maquinaria .....	186
XXXVII.	Grupos de capacitación .....	187
XXXVIII.	Presupuesto de la capacitación .....	190
XXXIX.	Programación capacitación cojinetes y chumaceras .....	193
XL.	Grupos de capacitación .....	194
XLI.	Presupuesto de la capacitación .....	197
XLII.	Programación capacitación bombas centrífugas .....	200
XLIII.	Grupos de capacitación .....	201
XLIV.	Presupuesto de la capacitación .....	204
XLV.	Programación capacitación mantenimiento preventivo.....	206
XLVI.	Grupos de capacitación .....	207
XLVII.	Presupuesto de la capacitación .....	209
XLVIII.	Resultados de evaluación de capacitación de mantenimiento preventivo .....	210
XLIX.	Costo total de capacitaciones propuestas .....	211

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Costo_insum</b>	Costo de insumos
<b>Costo_MO</b>	Costo de mano de obra
<b>Costo/Un</b>	Costo unitario
<b>Foda</b>	Fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas
<b>°</b>	Grado
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>H</b>	Hora
<b>Hr_Capacit</b>	Hora capacitación
<b>Hr_No_Productivas</b>	Horas no productivas
<b>Hora_Ext</b>	Hora extraordinaria
<b>Hora_Ord</b>	Hora ordinaria
<b>J</b>	Jueves
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>MO</b>	Mano de obra
<b>Lt</b>	Litro
<b>L</b>	Lunes
<b>M</b>	Martes
<b>M-i I</b>	Mecánico industrial I
<b>M-i II</b>	Mecánico industrial II
<b>M-i III</b>	Mecánico industrial III
<b>M-i IV</b>	Mecánico industrial IV
<b>M-i V</b>	Mecánico industrial V
<b>M-t I</b>	Mecánico tornero I

<b>M-t II</b>	Mecánico tornero II
<b>M-t III</b>	Mecánico tornero III
<b>M-t IV</b>	Mecánico tornero IV
<b>M-t V</b>	Mecánico tornero V
<b>m</b>	Metro
<b>X</b>	Miércoles
<b>mm</b>	Milímetro
<b>#</b>	Número
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Pulg, ”</b>	Pulgada
<b>Q</b>	Quetzales
<b>T_estimado</b>	Tiempo estimado
<b>T_real</b>	Tiempo real
<b>V</b>	Viernes

## GLOSARIO

<b>Análisis Foda</b>	Metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (debilidades y fortalezas) y su situación externa (amenazas y oportunidades) en una matriz cuadrada, para identificar la situación real en que se encuentra y planificar una estrategia de futuro.
<b>Bonos-incentivos</b>	Pago que se le hace al trabajador o colaborador, adicional a su salario, con el objetivo de estimular y aumentar su productividad y eficiencia.
<b>Cap</b>	Capacitación de aptitud profesional.
<b>Catp</b>	Certificación de aptitud técnica profesional.
<b>Cumplimentar</b>	Llenar un documento, registro, formulario o cuestionario.
<b>DNC</b>	Diagnóstico de necesidades de capacitación
<b>Eficiencia de MO</b>	Relación entre el tiempo que un colaborador se lleva para ejecutar una tarea asignada y el tiempo estimado para la misma.

<b>Indicadores</b>	Instrumento que sirve para cuantificar y comparar desempeños entre períodos, contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso con respecto a metas establecidas.
<b>Intecap</b>	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
<b>Mano de obra</b>	Esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un producto, es la mano de obra consumida en las áreas que tienen una relación directa con la producción o la prestación de algún servicio. Es la generada por los obreros o colaboradores y operarios de la empresa.
<b>Orden de trabajo</b>	Documento escrito que la empresa le entrega a la persona que corresponda y que contiene una descripción pormenorizada del trabajo que debe llevar a cabo.
<b>Productividad de MO</b>	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Producto de eficiencia y utilización de mano de obra.
<b>Salario</b>	Suma de dinero que recibe de forma periódica un trabajador o colaborador de su empleador, por un tiempo de trabajo determinado o por la realización de una tarea específica.

**SAP**

*System, applications, products in data processing.*

**Utilización de MO**

Tiempo de trabajo asignado a los trabajadores o colaboradores, en relación con el tiempo presencial en la empresa.



## RESUMEN

La necesidad de realizar un diagnóstico en las labores de mantenimiento, se originó por el atraso recurrente todos los años del programa de mantenimiento que se lleva a cabo en la temporada de reparación en el Ingenio Concepción, ubicado en el km 56, Escuintla, Guatemala. En el cual, el Departamento de Mantenimiento (soldadura, mecánicos industriales y máquinas-herramientas) se reparten en todos los procesos productivos, para iniciar con el desarme de todos los equipos.

Al realizar el diagnóstico del retraso se toma como referencia la tendencia de horas extras laboradas a lo largo de la temporada, que tiene una forma exponencial sesgada a la derecha, eso quiere decir que, el incumplimiento del programa, en los primeros meses de la reparación, genera una acumulación de trabajos en el último mes y medio.

Para crear un modelo autosostenible es necesario revisar el método de trabajo de los supervisores y los que utilizan para priorizar y asignar tiempos estimados y tareas a los colaboradores. Se tomará como grupo experimental el taller de máquinas-herramientas, y de referencia para replicar el modelo en el resto de las áreas; después se crearán las estrategias y los métodos de valoración de los incentivos. Por último, al tener creadas las políticas, se procederá a capacitar a supervisores y colaboradores sobre el nuevo método.

Lo que se desea con la implementación del sistema de bonos-incentivos, es aumentar la productividad, esto conlleva una reducción de horas extras,

disminución del consumo eléctrico, aumento de la calidad de vida de los colaboradores y el cumplimiento del programa de mantenimiento establecido.

Se plantea la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de máquinas-herramientas, con el fin de aumentar la disponibilidad de los equipos y mantener las condiciones óptimas para mantener su desempeño y prestar sus servicios.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar un sistema de bonos-incentivos para aumentar la productividad y un plan de mantenimiento para el taller de máquinas-herramientas.

## Específicos

1. Elaborar diagnóstico de la situación actual del taller, en función de la productividad que este genera.
2. Identificar las principales causas que generan baja productividad en el taller.
3. Diseñar un sistema de control de la productividad.
4. Diseñar e implementar el sistema de bonos-incentivos.
5. Analizar y evaluar los resultados de la implementación del sistema y proponer mejoras.
6. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el taller.
7. Diseñar un plan de capacitación respecto al sistema de bonos-incentivos, dirigido a cada grupo involucrado en el desarrollo del proyecto, jefe de área, supervisor, encargado y colaboradores.



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en la temporada de reparación del Ingenio Concepción S. A. se ha observado un incremento en las horas extras en los últimos meses (septiembre, octubre y noviembre), con una tendencia exponencial sesgada a la derecha, quiere decir, que hay una acumulación de tareas en el programa de mantenimiento al final de la temporada y además, no se cumple con la programación de actividades debido a la poca eficiencia en las labores de supervisión y el bajo rendimiento en los puestos operativos.

El Departamento de Mantenimiento está integrado: por el taller de soldadura, mecánicos industriales y máquinas-herramientas. En los últimos años, el taller máquinas-herramientas ha presentado mayor improductividad en la realización de los trabajos asignados, por lo que se tomó como grupo experimental para el desarrollo de este proyecto.

Debido a la situación actual del Taller Máquinas-Herramientas se realizó un diagnóstico, para determinar cuáles eran las principales causas de atraso en la realización de los trabajos, y se plantearon, a partir de esa problemática, los medios para aumentar la productividad a través de un sistema de bonos-incentivos, usando como indicadores el porcentaje de utilización, eficiencia y productividad de la mano de obra.

Este sistema se basa en evaluar la eficiencia y productividad de cada uno de los colaboradores para poder determinar, con base en su salario, el monto del bono a percibir y de esta forma controlar la cantidad de horas extras

que anteriormente se les asignaba fuera de su horario laboral, todo esto para reducir el costo presupuestado de horas extras.

Se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para el taller de máquinas-herramientas, a partir de identificar la necesidad de una planificación, debido a que solo se contaba con un mantenimiento correctivo y por esa razón la mayoría de los equipos no están en las condiciones ideales para realizar el trabajo asignado, de la forma más productiva posible. Esta propuesta busca prolongar la vida útil de las máquinas y proporcionar un mejor servicio por parte del taller.

Además, como parte complementaria se desarrolló una propuesta de plan de capacitación, por medio de un diagnóstico de necesidades, identificando así los temas más importantes a capacitar. A partir de identificar los temas se elaboró un plan para cada uno de los mismos, definiendo el objetivo general y específicos, el programa de la capacitación que comprende el contenido del curso dividido en módulos teórico-prácticos, la metodología a emplear para el desarrollo de la misma, la programación, personal al que va dirigida, observaciones dirigidas al instructor y el costo total por capacitación.

# **1. GENERALIDADES DEL INGENIO CONCEPCIÓN**

## **1.1. Descripción de la empresa**

El Ingenio Concepción es una organización agroindustrial dedicada al procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar y energía eléctrica, es una expansión del Ingenio Pantaleón.

Tiene una capacidad instalada de 8 460 toneladas métricas de caña para producir diariamente, y el Ingenio Pantaleón 24 500 toneladas métricas; durante toda la temporada de zafra, juntos cosechan 4,5 millones de toneladas de caña en cada zafra.

El tiempo de zafra en el Ingenio Concepción es aproximadamente de seis meses, dependiendo principalmente de las condiciones climatológicas del país y del aprovechamiento de la caña de azúcar, como materia prima principal.

Actualmente, la organización Pantaleón es el principal productor en la región centroamericana y se encuentra posicionado entre los grupos productores más importantes de Latinoamérica.

## **1.2. Historia**

El 20 de agosto de 1849, don Manuel María Herrera, adquirió la finca Pantaleón. Con grandes esfuerzos y una gran visión, Pantaleón se diversificó, transformándose de una hacienda ganadera a una finca de caña y productora de panela, y finalmente, convirtiéndose en un ingenio azucarero.

En 1973 cambia el nombre de la empresa de Herrera y Compañía Limitada a Pantaleón, Sociedad Anónima.

El Ingenio Pantaleón alcanzó el liderazgo de la industria azucarera de Guatemala en 1976, convirtiéndose en el ingenio de mayor volumen de producción del área centroamericana. En 1984 asumió la administración y el control de las operaciones del Ingenio Concepción, ocupando un importante lugar en cuanto al volumen de producción en el país.

En junio de 1998, continuando con la estrategia de crecimiento y diversificación geográfica, la organización adquirió el Ingenio Monte Rosa, localizado en la zona occidental de la República de Nicaragua. A finales del 2000 se integran los tres ingenios y deciden participar como subsidiarias de la organización conocida como Pantaleón.

En el 2006, continuando con sus planes de expansión, incursiona en el mercado brasileño, a través de la sociedad Vale do Paraná S. A., conformado conjuntamente con los grupos Unialco, S. A. de Brasil y Manuelita S. A. de Colombia. El objetivo es la producción, construcción y operación de un ingenio sucro-alcoholero.

En agosto de 2008, Pantaleón obtiene la administración del Ingenio La Grecia, ubicado en Choluteca, Honduras. Esta nueva alianza contribuirá a afianzar el liderazgo en la industria azucarera en América Latina, cumplir con la visión a largo plazo de la organización y permitir combinar fortalezas y cooperar con el desarrollo sustentable de la industria en Honduras.

En los últimos 36 años, Pantaleón ha mantenido un desarrollo acelerado, construyendo modernas plantas y realizando inversiones productivas en el agro y la industria, con tecnología de punta y procesos innovadores que le han permitido ser reconocido como uno de los principales productores eficientes, de bajo costo, en el mundo.

### **1.3. Misión**

“Promover el desarrollo transformando recursos responsablemente”<sup>1</sup>.

### **1.4. Visión**

“En el año 2030, llegar a ser una de las 10 organizaciones más importantes del mundo en la industria azucarera y productos relacionados.

Las iniciativas estratégicas que permitirán alcanzar nuestra visión son:

- Crecimiento de la molienda
- Desarrollo de adyacencias
- Efectividad operacional
- Innovación y tecnología
- Desarrollo del capital humano
- Responsabilidad social empresarial”<sup>2</sup>

### **1.5. Valores**

---

<sup>1</sup> Ingenio Pantaleón. [www.pantaleon.com](http://www.pantaleon.com). Consulta: enero de 2014.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

- “Integridad y honestidad.
- Mejora y cambio permanente con visión a largo plazo.
- Respeto por las personas relacionadas y compromiso por su éxito”<sup>3</sup>.

## **1.6. Política de calidad**

“Transformar los recursos naturales de forma responsable y sostenible, en azúcar, sus derivados y energía, que satisfacen los requerimientos de nuestros clientes, a través de un enfoque por procesos, servicio, mejora continua y eficacia, buscando la rentabilidad y excelencia de la organización”<sup>4</sup>.

## **1.7. Estructura organizacional**

La estructura organizacional empleada en el ingenio responde a agrupamientos por procesos, en forma vertical, donde se clasifican los mandos, de arriba para abajo, a partir de la mayor autoridad.

A continuación se presenta una descripción de las responsabilidades, funcionalidad y toma de decisiones de las que son responsables directamente en cada tipo de puesto.

---

<sup>3</sup> Ingenio Pantaleón. [www.pantaleon.com](http://www.pantaleon.com). Consulta: enero de 2014.

<sup>4</sup> Ibíd

Tabla I. **Responsabilidades, funcionalidad y toma de decisiones por puesto**

PUESTO	RESPONSABILIDAD	FUNCIONALIDAD	TOMA DE DECISIONES
<b>Jefe</b>	Planificar y organizar todas las tareas que conlleven un impacto sustancial en la producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar la producción.</li> <li>- Liberar órdenes de pedidos de materiales.</li> <li>- Hacer una planificación estratégica.</li> <li>- Evaluar y analizar inversiones.</li> <li>- Analizar acciones para cumplir con las metas crucialmente importantes del área.</li> <li>- Desarrollar mejoras en el proceso que lo hagan auto sostenible y amigable con el medioambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoras o cambios necesarios para hacer más eficiente el proceso.</li> <li>- Seleccionar proveedores.</li> <li>- Hacer movimientos internos según la necesidad que se presenten.</li> </ul>
<b>Coordinador</b>	Organizar y dirigir la planificación establecida tomando en cuenta la optimización de presupuesto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar los recursos necesarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir trabajos a hacer por subcontratación.</li> <li>- Acciones para controlar el presupuesto.</li> </ul>
<b>Supervisor</b>	Darle seguimiento a la planificación realizada por el jefe y organizar los suministros necesarios para la ejecución de las tareas, tomando en consideración el menor costo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar la planificación.</li> <li>- Recibir y seleccionar las solicitudes de trabajo.</li> <li>- Planificar personal y materiales para las actividades.</li> <li>- Generar órdenes de trabajo.</li> <li>- Cotizar con proveedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar prioridades de trabajos según criticidad del repuesto.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## **1.8. Descripción del área de Mantenimiento**

El área de Mantenimiento es la encargada de mantener el correcto funcionamiento de todos los equipos, instalaciones y edificios. En esta área se realizan las actividades de soldadura, máquinas-herramientas, mecánicos-industriales y mantenimiento de edificios.

El área es una de las más grandes, en relación a la cantidad de personas que se encuentran en los procesos productivos, de extracción y tratamiento de jugo, recuperación de azúcar y energía.

### **1.8.1. Taller de soldadura**

Es el taller encargado de prestarle el servicio a todos los procesos productivos. Está conformado por un supervisor y dos encargados, cada uno de los colaboradores se distribuyen en grupos de tamaño equivalente respecto a la carga de cada proceso.

### **1.8.2. Taller de máquinas-herramientas**

Es el taller encargado de prestar el servicio de mecanizado de piezas, para los diferentes procesos, por medio de tornos, fresas, cepillos y taladros, siendo estos los más importantes del taller. Está conformado por un supervisor, un encargado y 19 mecánicos torneros, divididos en diferentes categorías. Cada uno de los colaboradores está capacitado según la aptitud técnica profesional (ATP) proporcionada por el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap).

### **1.8.3. Taller de mecánicos-industriales**

Es el taller encargado de prestar el servicio de mantenimiento mecánico a todas las bombas hidráulicas del proceso, acoples, reductores y demás equipos y accesorios que permiten el adecuado funcionamiento de los equipos. Cada uno de los colaboradores del taller está distribuido en cada proceso productivo, en un puesto fijo, en la temporada de reparación y zafra.

### **1.9. Taller de máquinas-herramientas**

La instalación donde está localizado el taller de máquinas-herramientas es de segunda categoría, debido a que está compuesto principalmente de vigas de metal y techo de láminas. El tipo de ventilación es natural en su totalidad. La iluminación durante el día es natural y en la noche es iluminación artificial general. El nivel de exposición de ruido en temporada de reparación no sobrepasa los 90 decibelios.

Actualmente, en el taller se encuentran operando veintitrés máquinas y equipos, los que se encuentran distribuidos en todo el taller. Entre los equipos se encuentran tornos, cepillos, fresas, sierra eléctrica, pantógrafo, afiladora de cuchillas, prensa hidráulica y roscadora.

#### **1.9.1. Administración del taller**

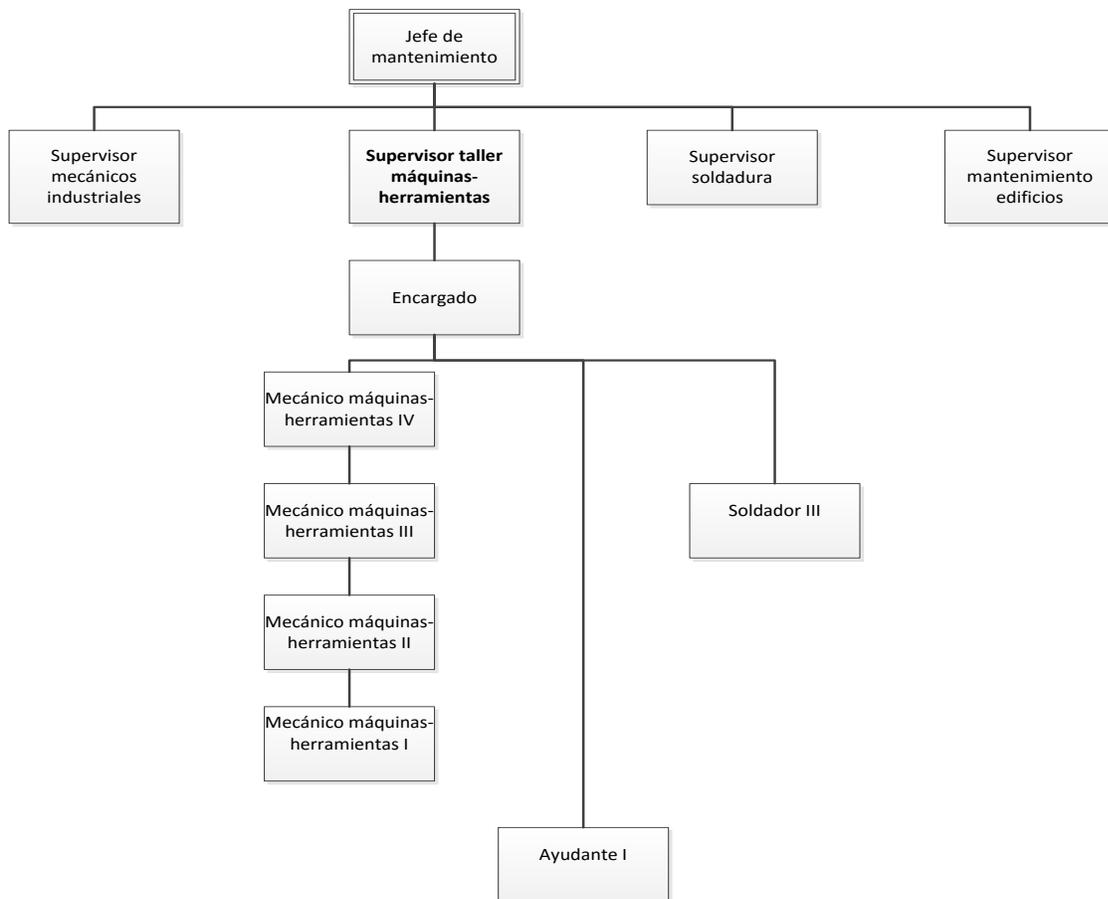
La administración del taller máquinas-herramientas la lleva a cabo el jefe de Mantenimiento, apoyado por el supervisor que se encarga de coordinar las tareas diarias del taller.

### 1.9.2. Organigrama del taller de máquinas-herramientas

El taller de máquinas-herramientas está integrado por una administración reducida y cinco categorías de mecánicos clasificados por habilidades y conocimientos.

A continuación se muestra el organigrama del taller de máquinas-herramientas:

Figura 1. Organigrama del taller de máquinas-herramientas



Fuente: Ingenio Concepción S. A.

### 1.9.3. Estructura funcional del taller de máquinas-herramientas

El área de Mantenimiento presenta una estructura funcional que en los últimos años ha ido evolucionando y presenta una alineación vertical, donde se clasifican los mandos de arriba para abajo, a partir de la mayor autoridad. A continuación se describen las responsabilidades, funcionalidad y toma de decisiones que requiere cada puesto:

Tabla II. **Responsabilidades, funcionalidad y toma de decisiones por puesto en el taller de máquinas-herramientas**

PUESTO	RESPONSABILIDAD	FUNCIONALIDAD	TOMA DE DECISIONES
<b>Jefe</b>	Planificar y organizar las actividades mecánicas, soldadura y taller de máquinas-herramientas para satisfacer la demanda de la operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liberar órdenes de pedidos de materiales.</li> <li>- Hacer una planificación estratégica del crecimiento del taller.</li> <li>- Evaluar y analizar inversiones.</li> <li>- Analizar acciones para cumplir con las metas crucialmente importantes del área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar proveedores.</li> <li>- Hacer movimientos internos según la necesidad que se presente.</li> <li>- Definir trabajos a hacer por subcontratación.</li> <li>- Acciones para controlar presupuesto.</li> </ul>
<b>Supervisor</b>	Darle seguimiento a la planificación realizada por el jefe y organizar los suministros necesarios para la ejecución de las tareas, tomando en consideración el menor costo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar la planificación.</li> <li>- Recibir y seleccionar las solicitudes de trabajo.</li> <li>- Planificar personal y materiales para las actividades.</li> <li>- Generar órdenes de trabajo.</li> <li>- Cotizar con proveedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar prioridades de trabajos según criticidad del repuesto.</li> <li>-</li> </ul>

Continuación de la tabla II.

PUESTO	RESPONSABILIDAD	FUNCIONALIDAD	TOMA DE DECISIONES
<b>Encargado</b>	Apoyar la ejecución de las tareas dándole seguimiento al avance diario y a las necesidades diarias presentadas por las actividades desarrolladas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar tiempo de ejecución de trabajos para evitar.</li> <li>- Controlar que se respeten los tiempos de entrada y salida de la jornada laboral.</li> <li>- Llevar el registro de solicitudes y órdenes de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar materiales consumibles e insumos necesarios para ejecutar los trabajos.</li> <li>- Cuando el supervisor no esté presente puede generar un orden de trabajo.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO DE UN SISTEMA DE BONOS-INCENTIVOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual**

Es la identificación, descripción y análisis evaluativo de la situación actual del taller máquinas-herramientas en el proceso, en función de los resultados que se esperan y que fueron planteados en la misión.

El diagnóstico situacional del taller se realizó con el propósito de identificar las oportunidades de mejoramiento y las necesidades de fortalecimiento para facilitar el desarrollo de la estrategia general del mismo: su organización funcional.

El diagnóstico situacional tiene como objetivos

- Evaluar en qué medida el taller es compatible con las necesidades para un efectivo control de su gestión, al nivel actual y esperado, de operaciones, acorde con la estrategia de trabajo, teniendo en cuenta cualquier ampliación o mejora en estructura o equipos.
- Identificar las áreas a desarrollar, las necesidades de información y control no plenamente satisfechas y las oportunidades de mejoras en los aspectos organizacionales y administrativos del taller.

- Formular recomendaciones que permitan introducir cambios y mejoras en el taller.

Para realizar ese diagnóstico se utilizará el análisis Foda.

### **2.1.1. Análisis Foda**

Este análisis permitió identificar y analizar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Foda) del taller de máquinas-herramientas, siendo el objetivo principal encontrar la mejor relación entre las tendencias que se perciben del entorno y el potencial propio del taller.

Existen dos esferas o ámbitos en donde se pueden ubicar estos conceptos: el externo y el interno. En el externo se ubican las oportunidades y las amenazas, que son condiciones y condicionantes externas al taller, sobre las que se tiene poco control. En el interno se ubican las fortalezas y debilidades, en las que podemos intervenir como parte del taller.

Para la elaboración del análisis Foda, se realizaron entrevistas no estructuradas a los supervisores, coordinadores y jefes de los procesos productivos y de servicios, para obtener la información necesaria para determinar las causas que generan la baja productividad del taller.

De la información obtenida en las entrevistas y definición de las causas que generan baja productividad se formuló una encuesta que servirá para clasificar las causas más importantes del Foda.

A partir del listado de factores externos e internos, se generó la matriz Foda, que comprende la generación de estrategias para maximizar las fortalezas, minimizar las debilidades, maximizar las oportunidades y minimizar las amenazas.

Figura 2. **Matriz Foda**

<p>FACTORES EXTERNOS</p> <p>FACTORES INTERNOS</p>	<p><b>FORTALEZAS</b>  F1: Personal capacitado.  F2: Compromiso por prestar buen servicio.  F3: Sueldos competitivos.  F4: Máquinas y equipos requeridos para demanda de repuestos en el Ingenio.</p>	<p><b>DEBILIDADES</b>  D1: No se solicitan en tiempo materiales a bodega.  D2: Falta de planificación de trabajos.  D3: Falta de planificación de solicitudes de materiales  D4: Máquinas y equipos en mal estado.  D5: Deficiente control en ejecución de trabajos.</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b>  O1: Crecimiento en el ingenio.  O2: Mejoramiento en tecnología</p>	<p><b>FO (Maxi - Maxi)</b>  - Capacitar a supervisores y colaboradores sobre temas relacionados a mejorar el desempeño.  - Capacitar técnicamente a los supervisores y colaboradores.  - Planificar utilización y mantenimiento preventivo de máquinas y equipos.</p>	<p><b>DO (Mini - Maxi)</b>  - Realizar actividades para reforzar el compromiso y esfuerzo de supervisores y colaboradores.  - Mejorar la planificación de los recursos para optimizarlos.  - Planificar el mantenimiento de las máquinas y equipos.</p>
<p><b>AMENAZAS</b>  A1: Falta de inversión en el taller de máquinas - herramientas.  A2: Reprocesos en solicitudes de trabajo.  A3: Retrasos en despacho de materiales de bodega.  A4: Recurrentes solicitudes de trabajo urgentes sin planificar.</p>	<p><b>FA (Maxi - Mini)</b>  - Reforzar procedimiento de solicitudes de trabajo.  - Coordinar con bodega el despacho de materiales.  - Disponer de herramienta necesaria para utilizar en el taller.  - Motivar al personal con reconocimientos con base en desempeño laboral.</p>	<p><b>DA (Mini -Mini)</b>  - Planificar trabajos solicitados para aumentar la productividad del taller.  - Evaluar a los mecánicos con base en la calidad, tiempo y servicio de los colaboradores.</p>

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Taller de máquinas-herramientas**

Es un área del Departamento de Mantenimiento que tiene como objetivo prestar el servicio de maquinación de piezas. Los clientes del taller son los procesos productivos como extracción de jugo, tratamiento de jugo, recuperación de azúcar y generación de energía.

El taller está compuesto por máquinas que permiten maquinar todo tipo de metales cumpliendo con las especificaciones requeridas. Para cumplir con las especificaciones se requieren de diferentes máquinas con diferentes capacidades como por ejemplo: tornos, fresas, cepillos, taladros, sierras eléctricas, entre otros.

#### **2.1.2.1. Recurso humano**

Es el capital más importante de toda empresa, por lo que se debe valorar y capacitar para mejorar las competencias individuales y se vean como resultado general del taller.

El Departamento de Mantenimiento en los últimos años ha tenido que tecnificar a los colaboradores con el fin de que sean más competitivos. Para esto se contó con el apoyo del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap), que brindó a los colaboradores por medio de la aprobación de cada una de las capacitaciones, un certificado de aptitud técnica profesional (CATP).

Estas capacitaciones y el CATP tiene como fin desarrollar los conocimientos teóricos y prácticos que conlleven a una ejecución más eficiente y productiva de las labores diarias del colaborador.

El Ingenio Concepción es un lugar de trabajo bastante estable, por lo que se encuentran colaboradores con una trayectoria de desarrollo interno bastante amplia y experiencia de varios años.

Para incidir directamente y motivar el desarrollo de los colaboradores, por lo tanto, mejorar la operación del ingenio, surge el proyecto de productividad que se enfoca en obtener buenos resultados del taller, que finalmente se verán reflejados en la productividad general del ingenio.

El taller de máquinas herramientas está integrado por diferentes categorías de mecánicos torneros que tienen capacidades, habilidad y aptitudes según los trabajos lo requieran, a continuación se encuentra el listado de las categorías.

El taller está compuesto por veintiún colaboradores, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- Categoría V: un mecánico tornero
- Categoría IV: tres mecánicos torneros
- Categoría III: seis mecánicos torneros y un soldador
- Categoría II: dos mecánicos torneros
- Categoría I: ocho mecánicos torneros

### 2.1.2.1.1. Categorización de puestos de trabajo

En el Ingenio Concepción se tiene una política de categorización que se basa en la descripción de puestos. Para estandarizar esta categorización, se recurrió a crear cinco categorías salariales que se aplican a todos los puestos en el ingenio según la descripción correspondiente.

En el taller de máquinas-herramientas se aplican cinco categorías salariales, estas se presentan según las diferentes capacidades que se requieran en el taller con la finalidad de ser lo más productivos posible.

A continuación se presenta una descripción breve de las características de cada categoría:

Tabla III. **Características de los colaboradores, según categorías salariales**

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
<b>Mecánico tornero I (M-t I)</b>	Elabora bajo supervisión constante las piezas de maquinaria y equipo de todas las áreas de la fábrica que no requieran tolerancias y acabados especiales para entregarlas donde fueron solicitadas y así evitar desperfectos en la maquinaria o paros en el proceso.  Debe saber utilizar toda la maquinaria del taller, interpretar planos y utilizar todos los instrumentos de medición del taller.

Continuación de la tabla III.

<p><b>Mecánico tornero II (M-t II)</b></p>	<p>Elaborar de acuerdo a planos y muestras las piezas de maquinaria y equipo del área industrial que requieran tolerancias y acabados especiales para evitar desperfectos en la maquinaria o paros en el proceso.</p> <p>Debe saber utilizar toda la maquinaria del taller, interpretar planos y utilizar todos los instrumentos de medición del taller, debe tener exactitud, precisión y conocimientos de mecánica.</p>
<p><b>Mecánico tornero III (M-t III)</b></p>	<p>Elaborar de acuerdo a planos y muestras las piezas de maquinaria y equipos del área industrial de la fábrica que requieran ajustes, tolerancias y acabados especiales para entregarlas donde fueron solicitadas y así evitar desperfectos o paros en el proceso.</p> <p>Debe saber utilizar la maquinaria del taller, interpretar planos y utilizar instrumentos de medición; debe tener exactitud y precisión; debe tener conocimientos de mecánica, soldadura eléctrica y corte con oxiacetiléno.</p>
<p><b>Mecánico tornero IV (M-t IV)</b></p>	<p>Supervisar los diversos trabajos asignados a los mecánicos de taller para verificar que se realicen en forma correcta, ordenada, en tiempo prudencial y sin desperdicio de materiales.</p> <p>El titular del puesto es responsable del cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de la calidad en los procesos a que pertenece y establecidos en la documentación correspondiente.</p>
<p><b>Mecánico tornero V (M-t V)</b></p>	<p>Gestionar y supervisar algunas actividades específicas. Tiene la capacidad de poder manejar un grupo y trabajar en un proyecto.</p> <p>El titular del puesto es responsable del cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de la calidad en los procesos a que pertenece y establecidos en la documentación correspondiente.</p>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.1.2. Sistema de pago

En la actualidad el pago se lleva a cabo de la forma tradicional que estipula el código de trabajo: como jornada diurna, diurna especial, mixta y nocturna.

La operación diaria de la fábrica en el periodo de zafra es de veinticuatro horas cada día, por lo tanto existen tres turnos que se relevan y descansa una vez por semana. El día de descanso lo cubren los otros turnos realizando doce horas.

- Metodología

El sistema de pago se describe en los siguientes pasos:

Tabla IV. **Metodología del sistema de pago**

Paso	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Colaborador	Marcar hora de entrada, almuerzo y salida	Diariamente
2	Encargado taller	Registrar horas ordinarias y extraordinarias por colaborador.	Semanalmente
3	Planillero de contabilidad	Efectuar pago quincenal a los colaboradores con base en las horas reportadas por el encargado.	Quincenalmente

Fuente: elaboración propia.

Las boletas de pago quincenal contienen la descripción de lo devengado, descuentos, anticipos, préstamos o ahorros; cada colaborador está afecto a lo anteriormente descrito, según su situación individual.

### **2.1.2.2. Determinación de actividades que generan tiempos no productivos**

Las actividades que se definen como tiempos no productivos, son las que se ejecutan en el taller y, normalmente hay que hacer por motivo de mantenimiento preventivo, certificaciones de empresa, o simplemente son actividades que no generan valor a ningún producto.

Para definir las actividades de los tiempos no productivos, se utilizó la observación como parámetro de determinación de las que generan tiempos no productivos y se definieron las siguientes:

- Esperar turno para utilizar grúa puente: es el tiempo que tiene que esperar el mecánico tornero para que desocupen la grúa puente.
- Mantenimiento del equipo: tiempo que dedica a realizarle mantenimiento preventivo o correctivo al equipo.
- Falta de electricidad: tiempo que se paran todos los equipos por falta de electricidad.
- Limpieza de máquina: tiempo destinado a preservar el equipo y cuenta como parte del mantenimiento preventivo.
- Limpieza de taller: tiempo dedicado a preservar los edificios e instalaciones.
- Momento de diálogo: tiempo dedicado semanalmente a compartir información y resolver inquietudes de los colaboradores sobre la gestión.

- Otros: son todas las actividades pequeñas no repetitivas pero consumen tiempo y se agruparon en una sola categoría, tales como: tiempo dedicado al ordenamiento de las herramientas antes y después de la realización de un trabajo, tiempo dedicado al ordenamiento del almacén de piezas de trabajos terminados y de traslados del taller a bodega de materia prima.

Al momento de tener definidas las actividades se registraron los tiempos semanales que se les dedicaban a cada una de esas actividades, eso con el fin de administrar bien los tiempos no productivos y poder ser más productivos.

En la semana del 16 al 21 de septiembre se registraron los siguientes tiempos.

Tabla V. **Tiempos no productivos según actividades**

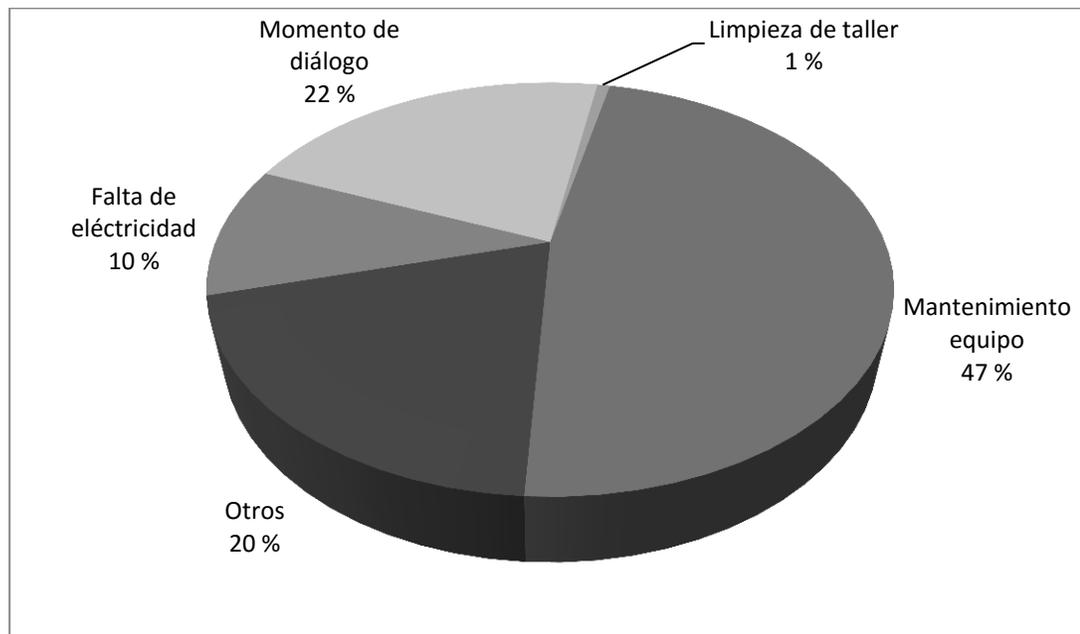
Actividades	Hr_No_Productivas
Limpieza de taller	1
Mantenimiento de equipo	64,34
Otros	27
Falta de electricidad	14
Momento de diálogo	29,28
<b>Total</b>	<b>135,62</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla V se muestran las horas observadas que los mecánicos torneros dedicaban a realizar otras actividades, que en su mayoría son parte de sus responsabilidades, pero no agregan valor al producto, por lo tanto se consideran no productivas.

En la figura 3 se muestra la distribución porcentual de cada una de las actividades no productivas.

Figura 3. **Distribución porcentual de actividades no productivas**



Fuente: elaboración propia.

Según la gráfica anterior se identifica que:

- La mayor cantidad de tiempo no productivo es el dedicado al mantenimiento de equipo no programado, este tipo de mantenimiento en su gran mayoría es correctivo.
- La segunda categoría más importante es el tiempo del momento de diálogo, que es obligatorio realizarlo semanalmente, por lo que es un costo asumido por la empresa.

- La tercera categoría es la de otros, esta por ser una categoría que engloba actividades varias debe reducirse y aumentar la planificación.
- En las actividades con menos impacto se encuentran las siguientes categorías: la cuarta, con la falta de electricidad, no se puede controlar porque está sujeta a condiciones externas; la quinta con la limpieza del taller que representa poco tiempo no productivo, pero hay que programarlo en el plan de mantenimiento preventivo, y como última categoría, esperar la grúa puente. Durante estas observaciones no se presentó tiempo no productivo por esperar.

Con estos resultados se busca reducir la espontaneidad de la ejecución de esas actividades, y eso se logrará mejorando la planificación y programación de las actividades.

### **2.1.2.3. Determinación de las principales causas que generan pérdida de tiempo**

Para determinar las causas de pérdida de tiempo, en la parte de diagnóstico, se llevó a cabo una encuesta a los jefes de proceso, en la que tenían que colocar en forma ascendente las actividades que consideraban las más influyentes en la baja productividad del taller, siendo el número uno la más importante. Las causas seleccionadas para el análisis de pérdida de tiempo son las siguientes:

Figura 4. **Boleta de encuesta de clasificación de causas que inciden en la baja productividad**

Pantaleón S. A. Concepción S. A.		<b>ENCUESTA DE CLASIFICACIÓN DE CAUSAS QUE INCIDEN EN LA BAJA PRODUCTIVIDAD EN REPARACIÓN CSA</b>	
Fecha: /04/2013	Área: Energía	Puesto: jefe	
<b>Instrucciones:</b> clasificar las siguientes causas básicas que generan la baja productividad en las labores de mantenimiento según su criterio y en orden ascendente.			
<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	Sugerencia:	
	Bajo rendimiento de mano de obra		
	Deficiente planeación de actividades diarias del supervisor		
	Tiempos estimados de tarea holgados según tiempo real		
	Falta de herramientas		
	Deficiente control de tareas		
	Pérdida de tiempo		
	Salidas antes de tiempo		
	Esperando grúa		
	Sin asignación de trabajo		
	Búsqueda de materiales		
	Repuestos fuera de tiempo		
	Deficiente control de calidad (reprocesos)		
_____		_____	
NOMBRE		FIRMA	

Fuente: elaboración propia.

Al momento de llevar a cabo el trabajo de campo con los jefes de los procesos, se determinaron las siguientes causas como las más relevantes para el análisis de pérdida de tiempo:

- Perder tiempo

- Esperar grúa
- Tiempo utilizado antes y después de la comida
- Sin asignación de trabajo
- Búsqueda de herramientas
- Limpiar máquina
- Sanitario
- Búsqueda de materiales

Al momento de ejecutar la investigación experimental se tuvo que segmentar las actividades en dos. En una de las partes se encuentran las correspondientes y que competen a la administración del taller, y la otra es para los colaboradores operativos del taller.

Para determinar la muestra representativa del taller se desea obtener una de colaboradores a analizar, para hacer el análisis de las causas de pérdida de tiempo.

La fórmula estadística a utilizar para determinar la muestra de una población pequeña es la siguiente:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2(pq)}}$$

Donde:

n = tamaño de muestra que se desea conocer

N = tamaño de población conocida

e = margen de error

z = valor de z en función del nivel de confianza (95 %)

pq = varianza de la población

El taller cuenta con una población de veinte colaboradores. El nivel de confianza requerido es del noventa y cinco por ciento (95 %), por lo tanto el valor de z es igual a uno coma noventa y seis (1,96).

No se desea un error mayor al treinta por ciento (30 %), se tiene un margen de error del cero coma tres (0,3). La varianza no se tiene, por lo que normalmente en estos casos se supone la mayor varianza de la población.

La muestra necesaria será:

$$n = \frac{20}{1 + \frac{0,3^2(20-1)}{1,96^2(0,25)}} = 7,19 \cong 7 \text{ colaboradores}$$

Se necesita, por lo menos, una muestra observada de siete colaboradores para que sea representativa la observación.

Los resultados obtenidos de la observación se muestran en la tabla V.

Tabla VI. **Resultados de análisis de las principales causas de pérdida de tiempo**

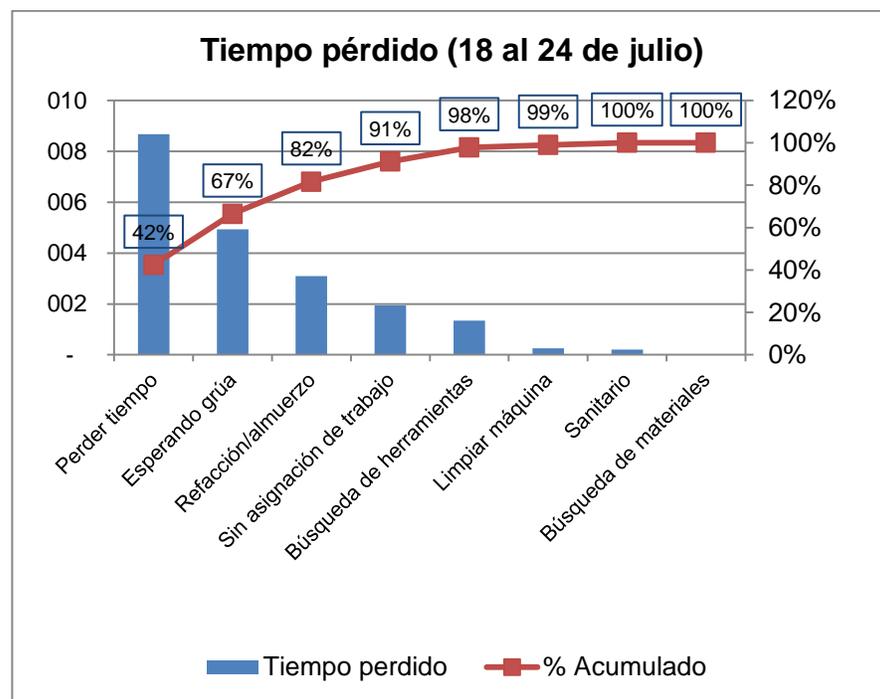
	Dimensionales	18-jul	23-jul	24-jul	TOTAL		
Hora inicio	h	07:30	14:30	08:50			
Hora final	h	12:00	16:50	12:00			
Refacción	h	00:15	-	00:15			
Tiempo observado	h	04:15	02:20	02:55	<b>09:30</b>		
Muestra	personas	7	7	7	<b>7</b>		
Tiempo total	h - hombre	29,75	16,33	20,42	<b>66,50</b>		
Tiempo perdido	h - hombre	12,2	4,63	3,62	<b>20,45</b>		
Tiempo efectivo	h - hombre	17,55	11,70	16,80	<b>46,05</b>		
Utilización	%	59	72	82	<b>69</b>		
					<b>Tiempo <math>\Sigma</math></b>	<b>% eq.</b>	<b>% acu.</b>
<b>Perder tiempo</b>		4,57	2,24	1,86	8,67	42	42
<b>Esperando grúa</b>		3,20	1,73	-	4,93	24	67
<b>Refacción/almuerzo</b>		1,54	-	1,56	3,10	15	82
<b>Sin asignación de trabajo</b>		1,50	0,45	-	1,95	10	91
<b>Búsqueda de herramientas</b>		0,97	0,21	0,17	1,35	7	98
<b>Limpiar máquina</b>		0,25	-	-	0,25	1	99
<b>Sanitario</b>		0,17	-	0,03	0,20	1	100
<b>Búsqueda de materiales</b>		-	-	-	-	0	100
<b>TOTAL TIEMPO PERDIDO</b>	<b>h - hombre</b>	12,2	4,63	3,62	<b>20,45</b>		

Fuente: elaboración propia.

La tabla VI muestra en la primera parte el detalle general de las observaciones realizadas, tomando como dato principal el tiempo observado. Con base al tiempo observado se determinó el tiempo total dado en horas hombre, para tomarlo como referencia para determinar el tiempo efectivo restándole el tiempo perdido.

En la segunda parte de la tabla anterior se resume el tiempo horas-hombre observado para cada problema de pérdida de tiempo en el lapso de tiempo detallado en la primera parte como hora inicio y hora fin, por último se determina la proporción equivalente.

Figura 5. Pareto de estudio de pérdida de tiempo



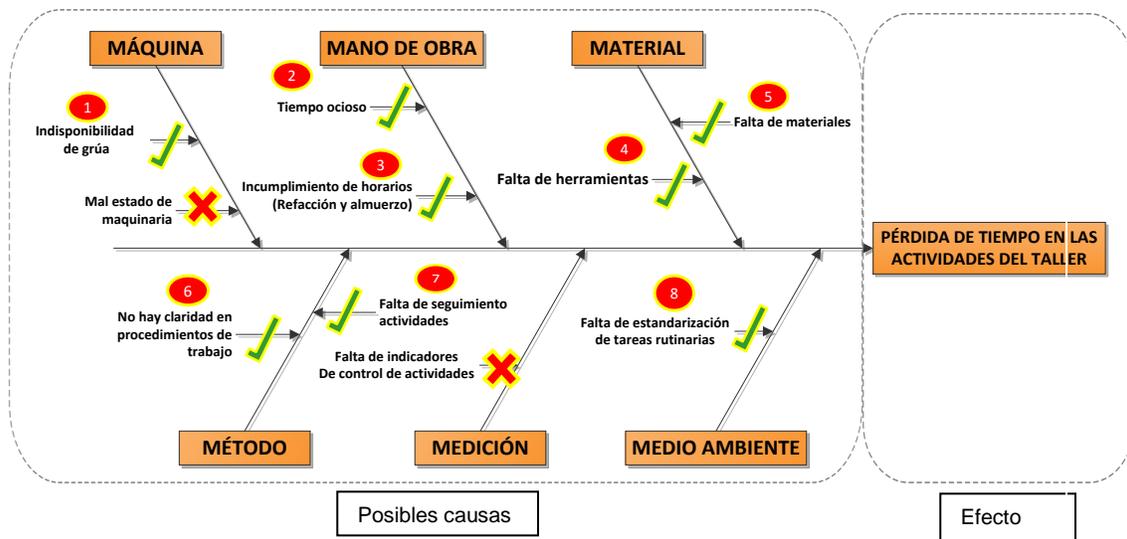
Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se observa que al trabajar en las primeras cuatro causas se elimina el ochenta y dos por ciento (82 %) del tiempo perdido, lo que equivale a diecisiete horas-hombre efectivas.

Para reducir las causas de pérdida de tiempo se llevó a cabo un análisis de causa raíz por medio de un Ishikawa y la herramienta de los cinco porque, concluyendo con el plan de acción efectivo.

A continuación se muestra el análisis de causa y efecto en el que se realizó una lluvia de ideas, luego se efectuó una validación y se seleccionaron las causas en las cuales se puede efectuar un cambio efectivo.

Figura 6. **Análisis de causa y efecto de pérdida de tiempo**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra el análisis de los cinco porque para determinar la causa raíz e identificar los planes de acción a generar.

Figura 7. Análisis de cinco porques de pérdida de tiempo

ANÁLISIS 5 POR QUÉS								
P/R	CAUSAS POTENCIALES	Si/ No	POR QUÉ?	Si/ No	POR QUÉ?	Si/ No	POR QUÉ?	Si/ No
Pregunta	Indisponibilidad de grúa	si	Por qué hay falta de disponibilidad de grúa?	si	Por qué una de las dos grúas está inhabilitada?	si	Por qué el sistema de control está deshabilitado?	
Respuesta			Porque de las dos grúas puente una está inhabilitada		Porque el sistema de control está deshabilitado		Porque no se ha hecho la solicitud de habilitación del sistema eléctrico de la grúa	1
Pregunta	Tiempo ocioso	si	Por qué hay tiempo ocioso?	si	Por qué el control de los trabajos no es continuo?			
Respuesta			Porque el control de los trabajos no es continuo		Porque no hay un seguimiento sistematizado control de trabajos	2		
Pregunta	Incumplimiento de horarios (refacción y almuerzo)	si	Por qué hay incumplimiento de horarios (refacción y almuerzo)?					
Respuesta			Porque no se lleva control de los horarios establecidos	3				
Pregunta	Falta de herramientas	si	Por qué existe falta de herramientas?					
Respuesta			Porque no se ha determinado la cantidad de herramientas necesarias para un óptimo funcionamiento del taller	4				
Pregunta	Falta de materiales	si	Por qué existe falta de materiales?	si	Por qué el supervisor no cuantifica correctamente la cantidad de materiales necesarios para las solicitudes de trabajo?	si	Por qué el supervisor no le da seguimiento a las solicitudes de trabajo?	
Respuesta			Porque el supervisor del proceso no cuantifica correctamente la cantidad de materiales necesarios para las solicitudes de trabajo		Porque el supervisor del taller no le da seguimiento a las solicitudes de trabajo		Porque no existe un procedimiento para el seguimiento de las solicitudes de trabajo	5
Pregunta	Falta de procedimientos de trabajo	si	Por qué existe la falta de procedimientos de trabajo?					
Respuesta			Porque no se han documentado los procedimientos correctos para gestionar una orden de trabajo	6				
Pregunta	Falta de seguimiento a OT		Por qué existe la falta de seguimiento a OT?					
Respuesta			Porque no se ha elaborado una ruta de seguimiento e inspección a OT	7				
Pregunta	Falta de orden y limpieza		Por qué existe orden y limpieza en el área de trabajo?					
Respuesta			Porque no se le ha dado seguimiento al programa de 5s	8				

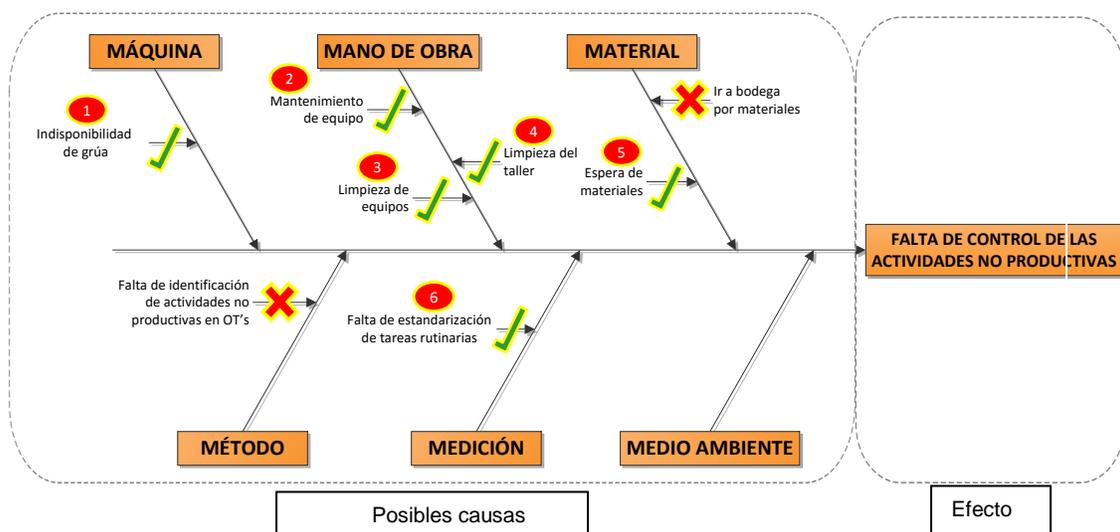
Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.4. Determinación de las principales causas de actividades no productivas

Al momento de definir las principales causas que generan las actividades no productivas, se encuentra con una cantidad de factores que afectan diariamente la operación del taller.

Para poder definir la principal causa se realizó un análisis de causa efecto junto al encargado, supervisor y jefe del taller para poder efectuar una lluvia de ideas y luego determinar en consenso la más relevante.

Figura 8. Análisis causa y efecto de baja productividad



Fuente: elaboración propia.

La causa principal que afecta la productividad del taller es la falta de planificación de los trabajos en proceso, porque no se puede estimar un plazo de entrega aproximado, no se puede medir la carga de trabajo del taller, la disponibilidad de las máquinas, la distribución de los colaboradores y por último al no saber la carga de trabajo real se puede caer en el error de desviar a los colaboradores a otras actividades no productivas.

Otro factor observado es la baja comunicación que existe entre el taller y los procesos productivos y de servicio, porque al no presentar las especificaciones correctas de los trabajos a realizar y no saber la criticidad del trabajo, se puede caer en reprocesos que no agregan valor al producto.

A continuación, en la figura 9 se muestra el análisis de los cinco porques para determinar la causa raíz e identificar los planes de acción a generar.

Figura 9. **Análisis de cinco porqués de actividades no productivas**

ANÁLISIS 5 POR QUÉS								
P/R	CAUSAS POTENCIALES	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No
Pregunta	Indisponibilidad de grúa	si	Por qué hay falta de disponibilidad de grúa?	si	Por qué una de las dos grúas está inhabilitada?	si	Por qué el sistema de control está deshabilitado?	
Respuesta			Porque de las dos grúas puente una está inhabilitada		Porque el sistema de control está deshabilitado		Porque no se ha hecho la solicitud de habilitación del sistema eléctrico de la grúa	1
Pregunta	Mantenimiento de equipo	si	Por qué no se le ha dado mantenimiento preventivo al equipo?					
Respuesta			Porque no estaban identificado los puntos de inspección y lubricación	2				
Pregunta	Limpieza de equipos	si	Por qué no se dejan limpios los equipos?					
Respuesta			Porque no se ha establecido la rutina de limpieza	3				
Pregunta	Limpieza del taller	si	Por qué no se realiza la adecuada limpieza en el taller					
Respuesta			Porque no se ha establecido el estándar de limpieza del taller	4				
Pregunta	Espera de materiales	si	Por qué se pierde tiempo en espera de materiales?					
Respuesta			Porque no se coordina el pedido de materiales a bodega con suficiente tiempo	5				
Pregunta	Falta de estandarización de tareas rutinarias		Por qué falta la estandarización de tareas rutinarias?					
Respuesta			Porque no se han identificado las tareas rutinarias	6				

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.5. Procedimiento de solicitudes de trabajo

Las solicitudes de trabajo son documentos donde un proceso externo hace un requerimiento de un trabajo al taller, por ejemplo: maquinar el eje de una bomba, fabricar roscas a ejes, machuelar planchas, entre otros, y es el paso previo a generar una orden de trabajo.

A continuación, en la figura 10 se muestra el procedimiento para realizar una solicitud de trabajo.

Figura 10. **Procedimiento de solicitud de trabajo**

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE SOLICITUDES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>Describir los pasos de creación de solicitudes de trabajo para el maquinado de piezas que sean necesarias para el mantenimiento de los equipos que lo requieran en los procesos de producción de la fábrica.</p> <p><b>2. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A</b></p> <p><b>3. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Peligros asociados a la tarea</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonómico</li> </ul> </li> <li>• <b>Equipo de protección personal (EPP)</b> Debe usar en todo momento:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco</li> <li>- Lentes</li> <li>- Tapones auditivos</li> <li>- Calzado industrial</li> </ul> </li> </ul> <p><b>4. CONDICIONES GENERALES N/A</b></p> <p><b>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b></p> <p><b>5.1 Equipo y maquinas herramientas:</b> El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tornos</li> <li>b) Cepillos</li> <li>c) Taladros</li> <li>d) Fresas</li> <li>e) Sierra eléctrica</li> <li>f) Prensa hidráulica</li> <li>g) Esmeril</li> <li>h) Pulidora de mano</li> <li>i) Roscadora eléctrica</li> <li>j) Grúas puentes</li> </ul>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Continuación de la figura 10.

 <p>Pantaleón</p> <p>Concepción S. A.</p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE SOLICITUDES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b></p>	
	<p>Actualización 0</p>	<p>###</p>
<p><b>5.2 Actividades:</b></p> <p>Para la creación de una solicitud de trabajo al taller de máquinas-herramientas hay que tener en cuenta los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Recibir del supervisor solicitante el formato de solicitud de trabajo.</li> <li>b) Verificar que la información de la solicitud de trabajo esté completa, de no ser así se le solicita al cliente que la complete con medidas del dibujo, plano o una muestra del trabajo a realizar.</li> <li>c) Solicitar los materiales necesarios para poder ejecutar el trabajo.</li> <li>d) Verificar que los materiales proporcionados estén dentro de la especificación requerida.</li> <li>e) Verificar la disponibilidad de maquinaria para poder ejecutar el trabajo, sino informar al solicitante para llegar a un acuerdo de inicio de solicitud.</li> <li>f) Si se cumplen los incisos anteriores se procede a la creación de una orden de trabajo.</li> </ol> <p><b>5.3 Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <p>5.3.1 Ergonómicos: La creación de solicitudes de trabajo por ser un trabajo administrativo hay que tener en cuenta de mantener una postura correcta.</p> <p><b>6. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p> <p><b>7. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Registro de solicitudes de trabajo</li> <li>b) Procedimiento de órdenes de Trabajo del taller de máquinas-herramientas</li> <li>c) Registro de órdenes de trabajo.</li> </ol> <p><b>8. ANEXOS N/A</b></p>		
<p><b>Elaborado por:</b> EPS</p>	<p><b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento</p>	<p><b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica</p>

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.2.6. Procedimiento de órdenes de trabajo**

Las órdenes de trabajo se generan luego de que los procesos hayan requerido un trabajo por medio de una solicitud de trabajo.

A continuación, en la figura 11 se muestra el procedimiento para generar una orden de trabajo.

Figura 11. Procedimiento de órdenes de trabajo

 <p>Pantaleón</p> <p>Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###

**1. OBJETIVO**

Describir los pasos de creación de ordenes de trabajo para el maquinado de piezas que sean necesarias para el mantenimiento de los equipos que lo requieran en los procesos de producción de la fábrica.

**2. ALCANCE**

Realizar este procedimiento luego de tener definida una solicitud de trabajo proporcionada por el supervisor del proceso productivo.

**3. ROLES Y RESPONSABILIDADES**

**Supervisor del proceso productivo:** proporcionar la solicitud de trabajo completada con la información requerida.

**Supervisor del taller de máquinas-herramientas:** recibir solicitud de trabajo y crear orden de trabajo.

**Encargado del taller de máquinas-herramientas:** entregar orden de trabajo al mecánico asignado y verificar que tenga las herramientas y materiales necesario para ejecutar la misma.

**Mecánico:** Ejecutar la orden de trabajo con las especificaciones requeridas.

**4. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A**

OT: orden de trabajo  
ST: solicitud de trabajo

**5. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL**

- **Peligros asociados a la tarea**
  - Ergonómico
  - Físico
  - Mecánico
- **Equipo de protección personal (EPP)**

Debe usar en todo momento:

  - Casco
  - Lentes
  - Tapones auditivos
  - Calzado industrial

<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Industrial
------------------------------	--	--

Continuación de la figura 11.

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<b>6. CONDICIONES GENERALES N/A</b>		
<b>7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b>		
<b>7.1. Equipo y máquinas-herramientas:</b>		
El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>k) Tornos</li> <li>l) Cepillos</li> <li>m) Taladros</li> <li>n) Fresas</li> <li>o) Sierra eléctrica</li> <li>p) Prensa hidráulica</li> <li>q) Esmeril</li> <li>r) Pulidora de mano</li> <li>s) Roscadora eléctrica</li> <li>t) Grúas puentes</li> </ul>		
<b>7.2. Actividades:</b>		
Para la creación de una orden de trabajo en el taller de máquinas-herramientas hay que tener en cuenta los siguientes pasos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>g) Recibir del supervisor solicitante el formato de ST.</li> <li>h) Al recibir la ST se procede a crear y programar mecánico, equipo y materiales a la OT.</li> <li>i) Entregar OT al mecánico.</li> <li>j) Al finalizar la OT se debe inspeccionar la pieza y si cumple con las especificaciones de la ST.</li> <li>k) Cerrar la OT.</li> <li>l) Entregar pieza terminada al supervisor solicitante.</li> </ul>		
<b>7.3. Riesgos asociados a la tarea:</b>		
<b>7.3.1. Ergonómico:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La creación de OT's por ser un trabajo administrativo hay que mantener una postura correcta.</li> <li>• El mecánico debe mantener una postura correcta en su lugar de trabajo por permanecer la mayor parte del tiempo parado.</li> </ul>		
<b>7.3.2. Físico</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido: afección auditiva por el tiempo prolongado de exposición al ruido.</li> <li>• Temperatura: quemaduras al efectuar maquinado de piezas con altas temperaturas.</li> <li>• Visual: desprendimiento de viruta a los ojos.</li> </ul>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Industrial

Continuación de figura 11.

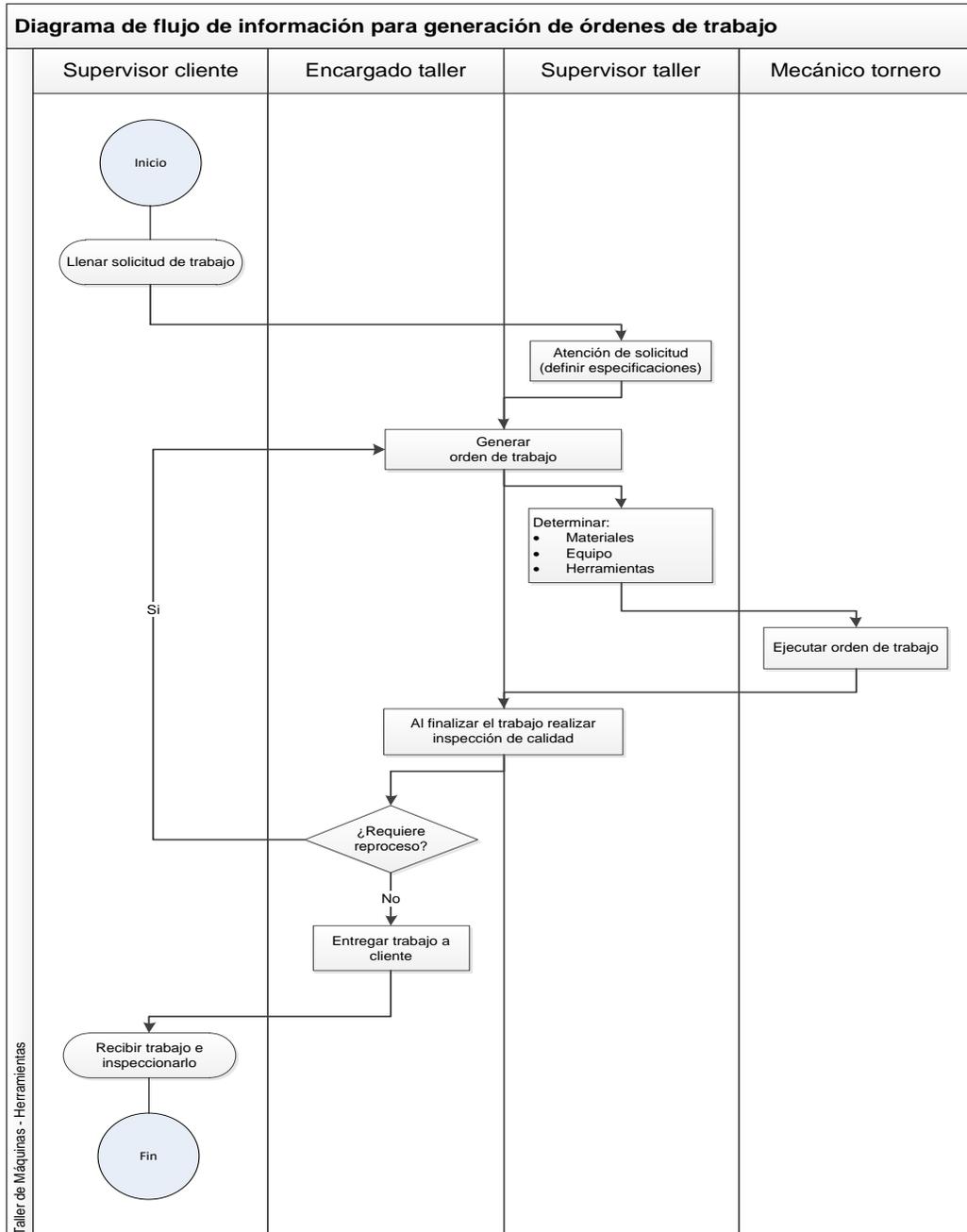
 <p>Pantaleón oncepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>7.3.3. Mecánicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrapamiento: por piezas móviles o mecanismos de transmisión.</li> <li>• Golpes: por manipulación de piezas o herramientas.</li> <li>• Cortaduras: por herramientas de corte.</li> </ul>		
<p><b>8. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p>		
<p><b>9. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>d) Registro de solicitudes de trabajo</li> <li>e) Procedimiento de solicitudes de trabajo del taller de máquinas-herramientas</li> <li>f) Registro de órdenes de trabajo.</li> </ul>		
<p><b>10. ANEXOS N/A</b></p>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.7. Flujograma de generación de órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo se generan por medio de los datos obtenidos de la solicitud de trabajo. A continuación, en la figura 12 se muestra el flujograma para generar una orden de trabajo:

Figura 12. Flujograma de generación de órdenes de trabajo



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2.8. Determinación de método para designación de tiempos**

En el taller de máquinas-herramientas se llevan a cabo dos tipos de experimentos que tienen como propósito determinar el comportamiento de los colaboradores, utilizando dos metodologías diferentes para asignación de órdenes de trabajo.

A continuación se presentan las propuestas planteadas:

- **Objetivo**

Determinar el comportamiento de los operarios cuando se les proporciona la información de las actividades con diferentes datos.

- **¿Qué se va a hacer?**

Seleccionar dos grupos de operarios del taller máquinas-herramientas.

- **Experimentos**

- Designación de tareas individuales a operarios sin límite de tiempo.
- Designación de tareas individuales a operarios con límite de tiempo.

- **¿Cómo se va a hacer?**

- Programar las tareas diarias que se tienen que cumplir para poder alcanzar la meta semanal programada.
- Asignar las tareas diarias individualmente.

Duración: dos semanas

#### Acciones por puesto

- Supervisor:
  - Imprimir solicitudes de trabajo
  - Solicitar especificaciones a procesos-cliente
  - Solicitar materiales
  - Generar órdenes de trabajo
  - Crear programa semanal de trabajos
  - Supervisar
  
- Encargado
  - Imprimir formatos semanales de actividades:
    - Con tiempos estimados
    - Sin tiempos estimados
  - Generar órdenes de trabajo de seguimiento interno.
  - Seguimiento diario.
  - Generar ruta de supervisión de dos horas.
  - Asistente de supervisión.
  - Digitalizar datos de seguimiento diario del formato de actividades al finalizar el día.
  - Operarios
  - Informar falta de materiales.
  - Informar finalización de tareas.

- Datos propuestos a tomar
  - Tiempo real: tiempo que le lleva al operario ejecutar la orden de trabajo.
  - Tiempo estimado: tiempo que el supervisor o encargado le estiman a la orden de trabajo para ejecutarla.
  - Desviaciones tiempo real ( $T_{\text{estimado}} - T_{\text{real}}$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$ ).

La obtención de datos se realizó en un período de cuatro semanas. Se tomaron los datos de tres semanas, debido a que la actividad en el ingenio fue bastante irregular por el cambio de temporada.

Durante el estudio se observó el comportamiento del grupo de colaboradores del taller de máquinas-herramientas, con una serie de controles y procedimientos para comparar el mejor rendimiento del grupo, a partir de los dos experimentos planteados anteriormente.

El experimento en el que se proporcionaron tiempos estimados para realizar las actividades, se compuso de diez colaboradores. A continuación se presentan los datos obtenidos que suman un total de ciento seis.

En la tabla VII se presentan los datos tabulados obtenidos en los dos experimentos. Los datos a analizar se presentan como la diferencia de tiempo entre el tiempo real y el tiempo estimado.

Tabla VII. **Tabulación de datos obtenidos asignando tiempos estimados a las órdenes de trabajo**

EXPERIMENTO: con tiempos estimados															
TE	TR	EF	DIF	TE	TR	EF	DIF	TE	TR	EF	DIF	TE	TR	EF	DIF
36	57,5	63 %	21,5	6	11	55 %	5	5	4	125 %	-1	3	2	150 %	-1
36	56,5	64 %	20,5	12	11	109 %	-1	5	3,73	134 %	-1,27	3	1,83	164 %	-1,17
68	56	121 %	-12	12	11	109 %	-1	4	3,67	109 %	-0,33	3	1,83	164 %	-1,17
40	43,8	91 %	3,75	11	11	100 %	0	3	3,5	86 %	0,5	3	1,83	164 %	-1,17
36	33,8	107 %	-2,25	15	10,5	143 %	-4,5	4	3,33	120 %	-0,67	3	1,83	164 %	-1,17
18	33	55 %	15	10	10	100 %	0	4	3,25	123 %	-0,75	2,25	1,6	141 %	-0,65
27	31	87 %	4	10	10	100 %	0	3	3,25	92 %	0,25	2,25	1,58	142 %	-0,67
26	30	87 %	4	12	9,5	126 %	-2,5	3	3,15	95 %	0,15	2,25	1,58	142 %	-0,67
27	29,5	92 %	2,5	10	9,25	108 %	-0,75	6	3	200 %	-3	2	1,5	133 %	-0,5
26	27	96 %	1	7	9	78 %	2	3,5	2,83	124 %	-0,67	1,5	1,5	100 %	0
36	27	133 %	-9	11	8,5	129 %	-2,5	3	2,83	106 %	-0,17	2,25	1,5	150 %	-0,75
18	26	69 %	8	8	8,5	94 %	0,5	3	2,75	109 %	-0,25	1,5	1,4	107 %	-0,1
27	25	108 %	-2	12	8,08	149 %	-3,92	3	2,67	112 %	-0,33	1,5	1,4	107 %	-0,1
10	24,3	41 %	14,3	5	8	63 %	3	3	2,67	112 %	-0,33	1,5	1,4	107 %	-0,1
27	22	123 %	-5	10	7,9	127 %	-2,1	3	2,67	112 %	-0,33	3	1,25	240 %	-1,75
24	20,8	116 %	-3,25	9	7,58	119 %	-1,42	4	2,65	151 %	-1,35	1,5	1,2	125 %	-0,3
18	20	90 %	2	5	7	71 %	2	3	2,58	116 %	-0,42	1	1,17	85 %	0,17
40	19,3	208 %	-20,8	5	6,25	80 %	1,25	3	2,42	124 %	-0,58	1,5	1,08	139 %	-0,42
12	16	75 %	4	10	6	167 %	-4	3	2,33	129 %	-0,67	1	1,08	93 %	0,08
12	14,8	81 %	2,75	7	6	117 %	-1	3	2,33	129 %	-0,67	1	1	100 %	0
6	13,2	46 %	7,17	7	5,5	127 %	-1,5	3	2,33	129 %	-0,67	1,5	1	150 %	-0,5
13	13	100 %	0	4	5,25	76 %	1,25	3	2,33	129 %	-0,67	3	0,11	-----	-2,89
12	12,5	96 %	0,5	10	4,75	211 %	-5,25	3,5	2,25	156 %	-1,25				
10	12	83 %	2	5	4,75	105 %	-0,25	5	2,17	230 %	-2,83				
12	12	100 %	0	3	4,5	67 %	1,5	3	2,17	138 %	-0,83				
15	11,3	133 %	-3,75	6	4,5	133 %	-1,5	3	2	150 %	-1				
13	11	118 %	-2	3	4,25	71 %	1,25	2,5	2	125 %	-0,5				
36	11	327 %	-25	5	4,08	123 %	-0,92	3	2	150 %	-1				
													Eficiencia promedio		117 %

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos, según tabla anterior, en el experimento que se asignaba tiempo estimado a la tarea se interpretan de la siguiente manera, los números negativos son cuando el tiempo real de ejecución fue menor al tiempo estimado de la tarea, los números positivos son cuando el tiempo real es mayor al tiempo estimado por el supervisor o encargado y cuando es cero es porque el tiempo estimado fue igual al tiempo real de ejecución de la tarea.

El experimento en el que no se proporcionaron tiempos estimados a los mecánicos para realizar las actividades, se compuso de diez colaboradores y a continuación se presentan los datos obtenidos que suman un total de cincuenta y nueve.

Tabla VIII. **Datos obtenidos del experimento sin tiempos estimados**

EXPERIMENTO: sin tiempos estimados																
TE	TR	EF	DIF	TE	TR	EF	DIF	TE	TR	EF	DIF	TE	TR	EF	DIF	
36	36	100 %	0	10	11,5	87 %	1,5	6	8	75 %	2	6	3	200 %	-3	
12	33	36 %	21	11	11	100 %	0	8	7,75	103 %	-0,25	2,5	2,33	107 %	-0,17	
25	33	76 %	8	12	11	109 %	-1	8	7,25	110 %	-0,75	2	1,75	114 %	-0,25	
18	30	60 %	12	12	11	109 %	-1	12	7	171 %	-5	2	1,75	114 %	-0,25	
20	30	67 %	10	12	11	109 %	-1	6	6,75	89 %	0,75	2	1,6	125 %	-0,4	
25	28,5	88 %	3,5	12	11	109 %	-1	5	6,25	80 %	1,25	2	1,5	133 %	-0,5	
40	28,5	140 %	-11,5	10	10,3	97 %	0,3	5	6	83 %	1	2	1,5	133 %	-0,5	
36	27,5	131 %	-8,5	6,6	10,1	65 %	3,5	5	5,75	87 %	0,75	2	1,33	150 %	-0,67	
10	25,7	39 %	15,7	6,6	10,1	65 %	3,5	6	5	120 %	-1	2	1,25	160 %	-0,75	
40	24	167 %	-16	6,6	10,1	65 %	3,5	5	4	125 %	-1	1,33	1	133 %	-0,33	
18	21	86 %	3	8	10	80 %	2	4	3,33	120 %	-0,67	1,33	1	133 %	-0,33	
24	20,5	117 %	-3,5	7	9	78 %	2	4	3,25	123 %	-0,75	1,33	1	133 %	-0,33	
12	12,5	96 %	0,5	12	9	133 %	-3	4,5	3,15	143 %	-1,35	1,33	1	133 %	-0,33	
12	12,3	98 %	0,25	12	9	133 %	-3	3	3	100 %	0	1	0,75	133 %	-0,25	
10	12	83 %	2	12	8,25	145 %	-3,75	4	3	133 %	-1					
														Eficiencia Promedio		109 %

Fuente: elaboración propia.

Donde:

TE: tiempo estimado

TR: tiempo real

EF: eficiencia

DIF: diferencia entre tiempo estimado y tiempo real

En la tabla VIII se muestran los datos del experimento sin tiempos estimados. La tabla se ordenó de mayor a menor en función del tiempo real de ejecución de la orden de trabajo. Se hizo una clasificación de trabajos que llevaron más de nueve horas de ejecución, considerando más de un día y los que llevaron menos de nueve horas, esto con el fin de comparar la eficiencia en los trabajos más grandes, de igual manera en los considerados trabajos rápidos que son menores a nueve horas.

Tabla IX. **Estadísticos descriptivos de los experimentos**

<b>Estadísticos descriptivos</b>		<b>Con tiempo</b>	<b>Sin tiempo</b>
N	Válidos	106	59
	Media	-0,23	0,42
	Mediana	-0,54	-0,25
	Moda	-0,67	-1,00
	Desviación típica	5,39	5,28
	Varianza	29,11	27,88
	Asimetría	0,03	0,97
	Curtosis	9,96	5,82
	Rango	46,50	37,00
	Mínimo	-25,00	-16,00
	Máximo	21,50	21,00
	Suma	-23,91	24,92

Fuente: elaboración propia.

Para realizar el análisis comparativo de los experimentos, la eficiencia se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo estimado}}{\text{Tiempo real}}$$

Tabla X. **Análisis comparativo de los resultados de los experimentos**

	<b>Con tiempo</b>	<b>Sin tiempo</b>
<b>Datos</b>	106	59
Intervalo de confianza (95 %)	$-1,25hr < \mu < 0,80hr$	$-0,92hr < \mu < 1,77hr$
Eficiencia promedio	117%	109 %
Eficiencia mayores 9hr	104 % (37 datos)	94 % (29 datos)
Eficiencia menores 9hr	127 % (69 datos)	124 % (30 datos)
Mayores al T_estimado	28 % (30 datos)	37 % (22 datos)

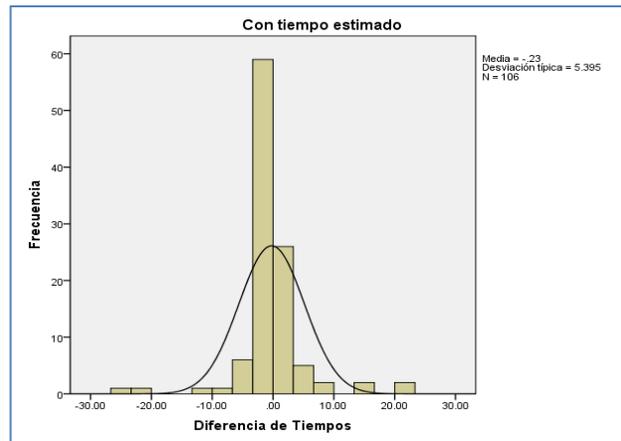
Fuente: elaboración propia.

En la tabla X se encuentra la eficiencia promedio, que se calcula en función de la eficiencia de todas las órdenes según el experimento; también se encuentra la eficiencia de órdenes mayores y menores a nueve horas que es el equivalente a un día de trabajo en el taller, y el cuadro de mayores al tiempo estimado es el porcentaje de órdenes en las que el tiempo real fue mayor al estimado.

Analizando los datos de la tabla X se observa que, proporcionando los tiempos estimados a las tareas asignadas se obtiene mejor eficiencia y la media poblacional está en un intervalo de tiempo con un noventa por ciento (90 %) de confianza menor al tiempo estimado.

A continuación se muestran las gráficas en las que se representan los datos obtenidos en los dos experimentos.

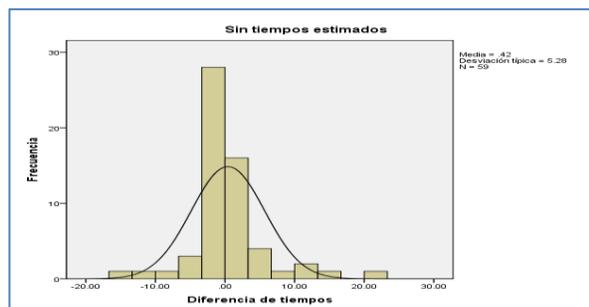
Figura 13. **Histograma y curva normal de las frecuencias de los datos del experimento con tiempo estimado**



Fuente: elaboración propia, con programa SPSS Statistics.

En la figura 13 se observa que los datos del experimento tienen una tendencia negativa, quiere decir, que el tiempo real realizado llevado a cabo en la ejecución de las tareas tiende a ser menor que el tiempo estimado para el mismo.

Figura 14. **Histograma y curva normal de las frecuencias de los datos del experimento sin tiempo estimado**



Fuente: elaboración propia, con programa SPSS Statistics.

En la figura 14 se observa que los datos del experimento tienen una tendencia negativa, pero con una media positiva, quiere decir, que el tiempo real llevado a cabo en la ejecución de las tareas tiende a ser mayor que el tiempo estimado para el mismo, en la mayoría de los casos.

## **2.2. Diseño del sistema de bonos-incentivos para aumentar la productividad**

El sistema de bonos incentivos tiene como fin la conversión del trabajo de los colaboradores o las actividades diarias del taller, en un indicador de productividad que será remunerado proporcionalmente al superar la meta establecida.

### **2.2.1. Taller de máquinas-herramientas**

Este taller pretende trabajar con un sistema basado en premiar la productividad de los colaboradores, investigar y resolver las causas que generan una baja en la productividad.

Los bonos-incentivos tienen como fin integrarse a un proceso de mejora continua. La estrategia empleada para incentivar esa nueva ideología es utilizar como medio el bono por productividad, que será proporcional a la superación de la meta de productividad establecida.

#### **2.2.1.1. Recurso humano**

Los colaboradores conocerán de forma clara y completa la forma de pago de bonos-incentivos con base en su productividad por medio de la boleta de pago, además, en el momento de diálogo se aprovechará para dar a conocer a

los colaboradores y qué se espera de ellos, con el propósito de obtener mejores resultados, de que se involucren en las actividades a realizar y sepan del beneficio que les traerá, mejorar la productividad del taller.

#### **2.2.1.1.1. Procedimiento para el pago de bonos-incentivos**

El Ingenio Concepción está comprometido con crear un sistema pago de bonos-incentivos con el que se pretende aumentar la productividad de los colaboradores.

Por lo anterior, el presente procedimiento tiene como objetivo ser un instrumento de apoyo. En este se encuentran, paso a paso, las actividades que tienen que hacer cada uno de los responsables del pago de los colaboradores, correspondiente a cada puesto en función de su productividad semanal.

Tabla XI. **Procedimiento para el sistema de pago de bonos-incentivo**

 <p>Pantaleon Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO PARA PAGO DE BONO INCENTIVOS POR PRODUCTIVIDAD</b>	
	Proceso: <b>MANTENIMIENTO</b>	Taller: <b>MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>
<p><b>Objetivo:</b> aumentar la productividad de los colaboradores del taller de máquinas-herramientas por medio de un sistema de bonos-incentivos.</p>		
<p><b>Alcance:</b> aplica a todos los colaboradores del taller de máquinas-herramientas que lleven a cabo las tareas manuales y operacionales del taller.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se excluye del sistema de bonos-incentivos por productividad al supervisor y al jefe del taller.</li> </ul>		
<p><b>Procedimiento para pago del bono-incentivo por productividad individual de los colaboradores del taller:</b></p>		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
1	Coordinador de mantenimiento	Genera, en la base de datos, el tiempo efectivo trabajado, tiempo de actividades no productivas y eficiencia de los trabajos realizados en el taller.
2	Planillero	Genera informe digital de horas laboradas, ordinarias y extraordinarias, por cada colaborador del taller en la semana y envía por correo electrónico al coordinador de mantenimiento.
3	Coordinador de mantenimiento	Recibe el informe y genera una tabla de excel en la que calcula la utilización de los colaboradores.
4	Coordinador de mantenimiento	Introduce datos de utilización y eficiencia en el formato de productividad, luego calcula la productividad de cada colaborador y calcula el promedio de eficiencia, utilización y productividad del taller.
5	Coordinador de mantenimiento	En la matriz de productividad busca el monto correspondiente a cada puesto según la productividad obtenida en la semana.
6	Coordinador de mantenimiento	Genera informe digital, del bono obtenido por productividad por colaborador y se lo envía al planillero.
7	Planillero	Agrega al detalle del recibo de pago el bono por productividad.

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.1.2. Definición de indicadores de medición de productividad**

Para conocer el estado del taller, es necesario medir el desempeño de los equipos y de los colaboradores, entre otras cosas. Para ello el ingenio se vale de indicadores, los cuales son medidos en períodos determinados de tiempo, y comparados con los anteriores o con la meta establecida.

Los indicadores están basados en una línea base, que sirve como referencia al supervisor o jefe para poder determinar el estado del funcionamiento del taller e identificar áreas de oportunidad, eficiencias o desempeño del taller, es decir, los indicadores son utilizados para destacar un punto débil y poder analizarlos para trabajar en fortalecer esa debilidad.

Dentro de los objetivos de los indicadores de desempeño está el proveer información importante para conocer el funcionamiento del taller de máquinas-herramientas.

Los indicadores de productividad del taller permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones y de los colaboradores del taller, de esta manera será posible implementar una planificación de actividades que conlleven a mejorar su productividad.

Los indicadores están definidos para que estén interrelacionados, aunque sean independientes entre sí, de tal forma que sea más fácil detectar un problema y hacer los ajustes de manera rápida para disminuir el potencial de pérdidas de recursos físicos y humanos entre otros.

Al recolectar la información se debe escoger completa para que, al momento de calcular los indicadores, la información proporcione el estado real y el desempeño del taller, de tal manera que sea una fuente confiable para tomar decisiones con base en las deficiencias encontradas.

Los indicadores para administrar y determinar la productividad del taller son los siguientes:

- Eficiencia de mano de obra: este indicador tiene como objetivo evaluar el tiempo que un colaborador se lleva para ejecutar una tarea respecto al tiempo estimado para la misma.

- $$\frac{\text{Tiempo Estimado}}{\text{Tiempo real OT}}$$

- Utilización de la mano de obra: es la relación del tiempo que los colaboradores tuvieron trabajo asignado y se relaciona con el tiempo que estuvieron presencialmente en el taller.

- $$\frac{\text{Tiempo OT's}}{\text{Tiempo Presencial en taller}}$$

- Productividad de mano de obra: es el producto de eficiencia de mano de obra y utilización de mano de obra.

- $$\% \text{ Eficiencia MO} * \% \text{ Utilización MO}$$

### **2.2.1.1.3. Diseño del modelo matemático para el sistema de pago de bonos-incentivos**

La creación de una propuesta para hacer más fácil el cálculo de la eficiencia semanal, surge de la necesidad de crear un modelo matemático para el cálculo de la bonificación.

Para formular el modelo matemático se consideraron tres tipos de funciones que son: logarítmica, lineal y exponencial. La logarítmica es una función que, gráficamente, se vuelve estable conforme los valores de  $x$  incrementan. La lineal es una función que incrementa proporcionalmente a los valores de  $x$ . La función exponencial tiene un incremento mayor y no proporcional a los valores  $x$ .

El modelo matemático seleccionado está basado en una función exponencial que tiene una tendencia incremental. El objetivo de utilizar esta función es de incentivar la productividad del taller, de tal manera que en la proporción que se aumente la productividad se obtendrá una mayor bonificación.

La bonificación tiene como base el valor de una hora extraordinaria proporcional al salario diario devengado por puesto, la cual será multiplicada por un factor que se obtiene como resultado de la función exponencial y por el valor porcentual de la productividad.

La función exponencial utilizada para calcular el factor de multiplicación es la siguiente:

$$f(x) = \frac{e^x}{1,5 * x} - 0,5$$

Donde x es una variable utilizada para determinar el comportamiento de la función exponencial y para poder encontrar el factor de productividad que mejor se ajuste.

El valor de la variable x tiene un diferencial incremental de 0,1, iniciando la secuencia con 1,0 y terminando en 3,1. Los límites se determinaron de manera experimental, tomando como base que el f(x) sea un factor de productividad aceptable.

La tabla XII, que se muestra a continuación, es el resultado de la función exponencial que está en función de la variable x. Como resultado de la función se obtiene un factor que más adelante se utilizará para ponderar la productividad obtenida por cada colaborador.

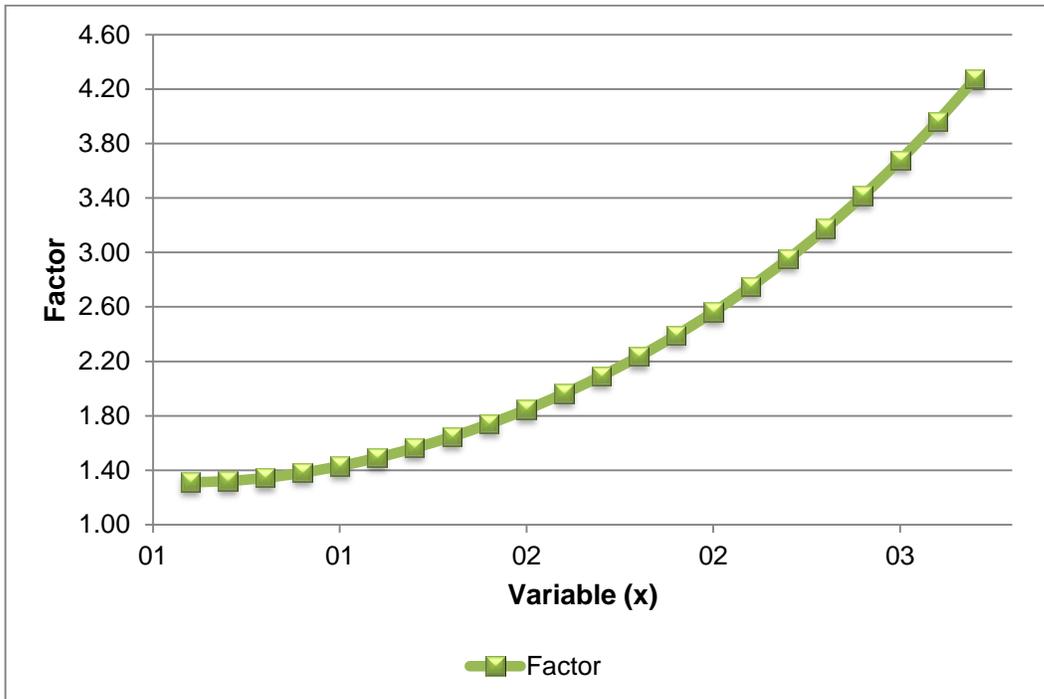
Tabla XII. **Modelo exponencial, factor en función de x**

<b>MODELO EXPONENCIAL</b>	
<b>Factor</b>	<b>Modelo</b>
1,0	1,31
1,1	1,32
1,2	1,34
1,3	1,38
1,4	1,43
1,5	1,49
1,6	1,56
1,7	1,65
1,8	1,74
1,9	1,85
2,0	1,96
2,1	2,09
2,2	2,23
2,3	2,39
2,4	2,56
2,5	2,75
2,6	2,95
2,7	3,17
2,8	3,42
2,9	3,68
3,0	3,96
3,1	4,27

Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se observa el comportamiento exponencial requerido del factor que se utilizará para el cálculo del incentivo. La tendencia de este gráfico indica que, entre mayor es la productividad obtenida por el colaborador, este se beneficiará con un mejor bono, todo esto con el fin de incentivar la mejora continua.

Figura 15. **Modelo exponencial, factor en función de x**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.1.1.4. **Matriz de cálculo de pago de bonos-incentivos**

La matriz de cálculo de bonos-incentivos está fundamentada en el promedio de la eficiencia y utilización del taller, de tal forma que con esos resultados se pueda obtener la productividad promedio del taller.

Como primer paso del cálculo de bonos-incentivos se realizó una tabla general que muestra los montos relacionados al factor del modelo exponencial y al costo de hora extraordinaria devengada por cada puesto. Para poder realizar la tabla se efectuó la multiplicación de cada factor con el monto de la hora

extraordinaria, lo que da un monto que posteriormente será utilizado para determinar el monto del bono por productividad.

Los pasos a realizar para calcular el bono de productividad para cada categoría salarial son los siguientes:

- Convertir el factor del modelo exponencial en bonificación tomando como base el costo unitario de una hora extra por categoría salarial.
- Hacer una matriz de productividad que se encuentra en la intersección de eficiencia y utilización del resultado semanal del taller.
- Elaborar matrices individuales por categoría salarial que se basa en relacionar el monto de la bonificación y multiplicarlo linealmente con la productividad obtenida de la eficiencia y utilización del taller.

A continuación se muestra la ecuación de cálculo del monto del bono de productividad.

$$\text{Bono productividad}_{(\text{en quetzales})} = (\text{factor modelo exponencial}) \times (\text{Hr}_{\text{extra, en quetzales}})$$

Tabla XIII. **Bono de productividad respecto al modelo exponencial por categoría salarial**

			M I	M II	M III	M IV	M V	
		<b>Salario</b>	Q 87,50	Q 118,50	Q 143,50	Q 164,50	Q 192,00	
		<b>Hora_Ord</b>	Q 10,94	Q 14,81	Q 17,94	Q 20,56	Q 24,00	
		<b>Hora_Ext</b>	Q 16,41	Q 22,22	Q 26,91	Q 30,84	Q 36,00	
<b>EFICIENCIA</b>	<b>85 %</b>	<b>FACTOR DE MODELO EXPONENCIAL</b>	<b>1,31</b>	Q 21,53	Q 29,16	Q 35,31	Q 40,47	Q 47,24
	<b>86 %</b>		<b>1,32</b>	Q 21,67	Q 29,34	Q 35,54	Q 40,74	Q 47,55
	<b>87 %</b>		<b>1,34</b>	Q 22,06	Q 29,87	Q 36,18	Q 41,47	Q 48,40
	<b>88 %</b>		<b>1,38</b>	Q 22,67	Q 30,70	Q 37,18	Q 42,62	Q 49,74
	<b>89 %</b>		<b>1,43</b>	Q 23,48	Q 31,80	Q 38,50	Q 44,14	Q 51,52
	<b>90 %</b>		<b>1,49</b>	Q 24,48	Q 33,15	Q 40,14	Q 46,01	Q 53,71
	<b>91 %</b>		<b>1,56</b>	Q 25,66	Q 34,74	Q 42,08	Q 48,23	Q 56,30
	<b>92 %</b>		<b>1,65</b>	Q 27,02	Q 36,59	Q 44,31	Q 50,79	Q 59,28
	<b>93 %</b>		<b>1,74</b>	Q 28,56	Q 38,67	Q 46,83	Q 53,69	Q 62,66
	<b>94 %</b>		<b>1,85</b>	Q 30,28	Q 41,01	Q 49,67	Q 56,94	Q 66,45
	<b>95 %</b>		<b>1,96</b>	Q 32,21	Q 43,62	Q 52,82	Q 60,55	Q 70,67
	<b>96 %</b>		<b>2,09</b>	Q 34,33	Q 46,49	Q 56,30	Q 64,54	Q 75,33
	<b>97 %</b>		<b>2,23</b>	Q 36,67	Q 49,66	Q 60,13	Q 68,93	Q 80,45
	<b>98 %</b>		<b>2,39</b>	Q 39,23	Q 53,13	Q 64,33	Q 73,75	Q 86,08
	<b>99 %</b>		<b>2,56</b>	Q 42,03	Q 56,92	Q 68,93	Q 79,02	Q 92,23
	<b>100 %</b>		<b>2,75</b>	Q 45,10	Q 61,07	Q 73,96	Q 84,78	Q 98,95
<b>101 %</b>	<b>2,95</b>	Q 48,44	Q 65,60	Q 79,43	Q 91,06	Q 106,28		
<b>102 %</b>	<b>3,17</b>	Q 52,07	Q 70,52	Q 85,40	Q 97,90	Q 114,26		
<b>103 %</b>	<b>3,42</b>	Q 56,03	Q 75,89	Q 91,90	Q 105,34	Q 122,95		
<b>104 %</b>	<b>3,68</b>	Q 60,34	Q 81,72	Q 98,96	Q 113,44	Q 132,41		
<b>105 %</b>	<b>3,96</b>	Q 65,03	Q 88,06	Q 106,64	Q 122,25	Q 142,68		
<b>106 %</b>	<b>4,27</b>	Q 70,12	Q 94,96	Q 114,99	Q 131,82	Q 153,86		

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizar la tabla de bonos-incentivos se realizó la matriz de productividad que está compuesta en las filas por la eficiencia del taller, y en las columnas por la utilización de horas-hombre del taller. El objetivo de esta matriz es determinar los parámetros mínimos de utilización y eficiencia que puede operar el taller para cumplir con la productividad mínima requerida.

A continuación se presenta la ecuación utilizada para calcular el porcentaje de productividad en función de la utilización y eficiencia del taller:

$$\text{Productividad} = \text{utilización} \times \text{eficiencia}$$

Para definir los parámetros mínimos de utilización y eficiencia, se determinó con el jefe, supervisor y encargado del taller que, con una utilización del setenta y cinco por ciento (75 %) se puede cumplir con la programación de las tareas semanales y con una eficiencia del ochenta y cinco por ciento (85 %), se considera que, como inicio del proyecto de productividad, es aceptable.

Tabla XIV. **Productividad en función de utilización y eficiencia**

	%	UTILIZACIÓN									
		75 %	76 %	77 %	78 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %
EFICIENCIA	85 %	64 %	65 %	66 %	67 %	...	79 %	80 %	...	85 %	85 %
	86 %	65 %	66 %	67 %	68 %	...	80 %	80 %	...	86 %	86 %
	87 %	66 %	67 %	67 %	68 %	...	81 %	81 %	...	87 %	87 %
	88 %	66 %	67 %	68 %	69 %	...	81 %	82 %	...	88 %	88 %
	89 %	67 %	68 %	69 %	70 %	...	82 %	83 %	...	89 %	89 %
	90 %	68 %	69 %	70 %	71 %	...	83 %	84 %	...	90 %	90 %
	91 %	69 %	70 %	71 %	71 %	...	84 %	85 %	...	91 %	91 %
	92 %	69 %	70 %	71 %	72 %	...	85 %	86 %	...	92 %	92 %
	93 %	70 %	71 %	72 %	73 %	...	86 %	87 %	...	93 %	93 %
	94 %	71 %	72 %	73 %	74 %	...	87 %	88 %	...	94 %	94 %
	95 %	72 %	73 %	74 %	75 %	...	88 %	89 %	...	95 %	95 %
	96 %	72 %	73 %	74 %	75 %	...	89 %	90 %	...	96 %	96 %
	97 %	73 %	74 %	75 %	76 %	...	90 %	91 %	...	97 %	97 %
	98 %	74 %	75 %	76 %	77 %	...	91 %	92 %	...	98 %	98 %
	99 %	75 %	76 %	77 %	78 %	...	92 %	93 %	...	99 %	99 %
	100 %	75 %	76 %	77 %	78 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %
	101 %	76 %	77 %	78 %	79 %	...	93 %	94 %	...	100 %	101 %
	102 %	77 %	78 %	79 %	80 %	...	94 %	95 %	...	101 %	102 %
103 %	78 %	79 %	80 %	81 %	...	95 %	96 %	...	102 %	103 %	
104 %	78 %	80 %	81 %	82 %	...	96 %	97 %	...	103 %	104 %	
105 %	79 %	80 %	81 %	82 %	...	97 %	98 %	...	104 %	105 %	
106 %	80 %	81 %	82 %	83 %	...	98 %	99 %	...	105 %	106 %	

Fuente: elaboración propia.

Con el tiempo ese porcentaje puede ir siendo más exigente. Como límites máximos se tiene una utilización del cien por ciento (100 %) y la eficiencia puede ser de hasta ciento seis por ciento (106 %) para controlar los resultados de productividad.

El bono-incentivo de productividad es proporcional a la categoría salarial de mecánicos torneros, por lo que se realizó una tabla de bonos-incentivos respectiva a cada categoría.

Para interpretar la siguiente tabla, se debe llevar a cabo los siguientes pasos:

- Paso 1: determinar la eficiencia y utilización para encontrar la productividad del colaborador en la tabla XIV.
- Paso 2: ir a la tabla XIII para determinar el bono asignado al colaborador, tomando como referencia la eficiencia y su categoría salarial.
- Paso 3: multiplicar la productividad respectiva por el bono estimado por la eficiencia.

Tabla XV. **Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero I**  
(M-t I)

Bono-incentivo (M-t I)											
	%	UTILIZACIÓN									
		75 %	76 %	77 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %	
EFICIENCIA	85 %	Q 15,75	Q 15,99	Q 16,24	...	Q 19,44	Q 19,68	...	Q 20,91	Q 20,91	
	86 %	Q 16,10	Q 16,34	Q 16,59	...	Q 19,81	Q 19,81	...	Q 21,30	Q 21,30	
	87 %	Q 16,64	Q 16,89	Q 16,89	...	Q 20,42	Q 20,42	...	Q 21,93	Q 21,93	
	88 %	Q 17,10	Q 17,36	Q 17,62	...	Q 20,98	Q 21,24	...	Q 22,80	Q 22,80	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	102 %	Q 45,82	Q 46,42	Q 47,01	...	Q 55,94	Q 56,54	...	Q 60,11	Q 60,70	
	103 %	Q 49,95	Q 50,59	Q 51,23	...	Q 60,84	Q 61,48	...	Q 65,32	Q 65,96	
	104 %	Q 53,79	Q 55,17	Q 55,86	...	Q 66,20	Q 66,89	...	Q 71,03	Q 71,72	
	105 %	Q 58,71	Q 59,45	Q 60,19	...	Q 72,09	Q 72,83	...	Q 77,29	Q 78,03	
	106 %	Q 64,11	Q 64,91	Q 65,71	...	Q 78,53	Q 79,33	...	Q 84,14	Q 84,94	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero II**  
(M-t II)

Bono-incentivo (M-t II)											
	%	UTILIZACIÓN									
		75 %	76 %	77 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %	
EFICIENCIA	85 %	Q 18,90	Q 19,19	Q 19,49	...	Q 23,32	Q 23,62	...	Q 25,10	Q 25,10	
	86 %	Q 19,32	Q 19,61	Q 19,91	...	Q 23,77	Q 23,77	...	Q 25,56	Q 25,56	
	87 %	Q 19,97	Q 20,27	Q 20,27	...	Q 24,50	Q 24,50	...	Q 26,32	Q 26,32	
	88 %	Q 20,52	Q 20,83	Q 21,14	...	Q 25,18	Q 25,49	...	Q 27,36	Q 27,36	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	102 %	Q 54,99	Q 55,70	Q 56,42	...	Q 67,13	Q 67,84	...	Q 72,13	Q 72,84	
	103 %	Q 59,94	Q 60,71	Q 61,48	...	Q 73,00	Q 73,77	...	Q 78,38	Q 79,15	
	104 %	Q 64,55	Q 66,20	Q 67,03	...	Q 79,44	Q 80,27	...	Q 85,24	Q 86,06	
	105 %	Q 70,45	Q 71,34	Q 72,23	...	Q 86,50	Q 87,39	...	Q 92,74	Q 93,64	
	106 %	Q 76,93	Q 77,89	Q 78,85	...	Q 94,24	Q 95,20	...	Q 100,97	Q 101,93	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero III**  
(M-t III)

Bono-incentivo (M-t III)										
%	UTILIZACIÓN									
	75 %	76 %	77 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %	
EFICIENCIA	85 %	Q 22,04	Q 22,39	Q 22,73	...	Q 27,21	Q 27,56	...	Q 29,28	Q 29,28
	86 %	Q 22,53	Q 22,88	Q 23,23	...	Q 27,73	Q 27,73	...	Q 29,81	Q 29,81
	87 %	Q 23,29	Q 23,65	Q 23,65	...	Q 28,59	Q 28,59	...	Q 30,71	Q 30,71
	88 %	Q 23,94	Q 24,30	Q 24,66	...	Q 29,38	Q 29,74	...	Q 31,92	Q 31,92
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	102 %	Q 64,15	Q 64,99	Q 65,82	...	Q 78,32	Q 79,15	...	Q 84,15	Q 84,98
	103 %	Q 69,93	Q 70,83	Q 71,72	...	Q 85,17	Q 86,07	...	Q 91,45	Q 92,34
	104 %	Q 75,31	Q 77,24	Q 78,20	...	Q 92,68	Q 93,65	...	Q 99,44	Q 100,41
	105 %	Q 82,19	Q 83,23	Q 84,27	...	Q 100,92	Q 101,96	...	Q 108,20	Q 109,24
	106 %	Q 89,75	Q 90,87	Q 91,99	...	Q 109,94	Q 111,06	...	Q 117,80	Q 118,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero IV**  
(M-t IV)

Bono-incentivo (M-t IV)										
%	UTILIZACIÓN									
	75 %	76 %	77 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %	
EFICIENCIA	85 %	Q 25,19	Q 25,59	Q 25,98	...	Q 31,10	Q 31,49	...	Q 33,46	Q 33,46
	86 %	Q 25,75	Q 26,15	Q 26,55	...	Q 31,70	Q 31,70	...	Q 34,07	Q 34,07
	87 %	Q 26,62	Q 27,02	Q 27,02	...	Q 32,67	Q 32,67	...	Q 35,09	Q 35,09
	88 %	Q 27,36	Q 27,77	Q 28,19	...	Q 33,58	Q 33,99	...	Q 36,48	Q 36,48
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	102 %	Q 73,32	Q 74,27	Q 75,22	...	Q 89,51	Q 90,46	...	Q 96,17	Q 97,12
	103 %	Q 79,92	Q 80,94	Q 81,97	...	Q 97,34	Q 98,36	...	Q 104,51	Q 105,54
	104 %	Q 86,06	Q 88,27	Q 89,37	...	Q 105,93	Q 107,03	...	Q 113,65	Q 114,75
	105 %	Q 93,93	Q 95,12	Q 96,31	...	Q 115,34	Q 116,53	...	Q 123,66	Q 124,85
	106 %	Q 102,57	Q 103,85	Q 105,13	...	Q 125,65	Q 126,93	...	Q 134,62	Q 135,91

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Bono-incentivo de productividad de mecánico tornero V (M-t V)**

Bono-incentivo (M-t V)										
	%	UTILIZACIÓN								
		75 %	76 %	77 %	...	92 %	93 %	...	99 %	100 %
EFICIENCIA	85 %	Q 28,34	Q 28,79	Q 29,23	...	Q 34,99	Q 35,43	...	Q 37,64	Q 37,64
	86 %	Q 28,97	Q 29,42	Q 29,86	...	Q 35,66	Q 35,66	...	Q 38,33	Q 38,33
	87 %	Q 29,95	Q 30,40	Q 30,40	...	Q 36,76	Q 36,76	...	Q 39,48	Q 39,48
	88 %	Q 30,78	Q 31,24	Q 31,71	...	Q 37,77	Q 38,24	...	Q 41,04	Q 41,04
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	102 %	Q 82,48	Q 83,56	Q 84,63	...	Q 100,70	Q 101,77	...	Q 108,19	Q 109,27
	103 %	Q 89,91	Q 91,06	Q 92,22	...	Q 109,51	Q 110,66	...	Q 117,57	Q 118,73
	104 %	Q 96,82	Q 99,31	Q 100,55	...	Q 119,17	Q 120,41	...	Q 127,86	Q 129,10
	105 %	Q 105,68	Q 107,01	Q 108,35	...	Q 129,75	Q 131,09	...	Q 139,12	Q 140,45
	106 %	Q 115,39	Q 116,83	Q 118,28	...	Q 141,35	Q 142,80	...	Q 151,45	Q 152,89

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.2. Plan de acción para la reducción de las principales causas de pérdida de tiempo

El objetivo principal de las acciones es la mejora continua del taller y el estudio de técnicas tradicionales de operación, con el fin de hacer los cambios necesarios para crecer y ser más productivos internamente. Por ese motivo, el taller de máquinas-herramientas continuamente busca la consecución de los objetivos planteados.

Para el diagnóstico del plan de acción en la siguiente figura se llevó a cabo un diagrama de Ishikawa para determinar las causas raíz que generan pérdida de tiempo, en la figura 7 se utilizó la herramienta de los 5 porqués para llevar a cabo un análisis más profundo de cada causa.

Luego de realizar el análisis de causas de pérdida de tiempo en las actividades del taller, se determinaron las siguientes causas como las principales para desarrollar los planes de acción necesarios para fortalecer el sistema:

- Disponibilidad de grúa
- Tiempo ocioso
- Incumplimiento de horarios
- Falta de herramientas
- Falta de materiales
- No existe claridad en los procedimientos de trabajo
- Falta de seguimiento de actividades
- Falta de estandarización de tareas rutinarias

Figura 16. **Planes de acción para reducir las principales causas de pérdida de tiempo**

 Pantaleon Pantaleón S. A. Concepción S. A.		<b>PLAN DE ACCIÓN PARA REDUCCIÓN CAUSAS DE PÉRDIDA DE TIEMPO</b>	
		Proceso: Mantenimiento	Área: Taller de Máquinas-Herramientas
<p><b>OBJETIVO:</b> Determinar y ejecutar acciones que permitan reducir o mitigar las causas que generan pérdida de tiempo en el taller de máquinas - herramientas.</p> <p><b>ALCANCE:</b> Aplica al encargado y supervisor del taller de máquinas - herramientas para gestionar y ejecutar el plan de acción de reducción de pérdida de tiempo en el taller.</p> <p><b>DIRIGIDO:</b> Jefe, supervisor y encargado del taller de máquinas-herramientas..</p> <p>A continuación se muestran las acciones a llevar a cabo para aumentar la productividad en el taller reduciendo la pérdida de tiempo</p> <p>El siguiente plan está fundamentado en las herramientas de análisis de causa raíz y 5 por qué's.</p>			
Causa No.	¿Qué? Descripción de la acción	¿Quién? Responsable	¿Cuándo? Fecha
1	Hacer solicitud al taller eléctrico de habilitación de grúa puente del taller de máquinas herramientas <b>Objetivo:</b> Optimizar y agilizar los movimientos internos del taller.	Encargado del taller	jul-13
2	Elaborar registro de seguimiento de OT's Elaborar control de OT's por criticidad de equipos y sistemas PEPS <b>Objetivo:</b> Complementar procedimientos de Órdenes de Trabajo.	Supervisor del taller	oct-13
3	Comunicar y aplicar medidas disciplinarias por incumplimiento de horarios establecidos para almuerzo y refacción <b>Objetivo:</b> Incrementar el tiempo efectivo de los colaboradores.	Supervisor del taller	jul-13
4	Elaborar inventario de herramientas y verificar estado actual Presupuestar necesidad de herramientas para aumentar la productividad del taller <b>Objetivo:</b> Disminuir el tiempo perdido por búsqueda de herramientas de uso común..	Supervisor del taller Encargado del taller	oct-13
5	Elaborar procedimiento de solicitudes de trabajo <b>Objetivo:</b> Estándarizar las actividades a llevar a cabo para gestionar una solicitud de trabajo.	Supervisor del taller	nov-13
6	Elaborar procedimiento de ordenes de trabajo <b>Objetivo:</b> Estándarizar las actividades a llevar a cabo para gestionar una orden de trabajo.	Encargado del taller	nov-13
7	Elaborar ruta de seguimiento e inspección a OT's <b>Objetivo:</b> Darle seguimiento a los trabajos y especialmente a los críticos con la filosofía PEPS.	Encargado del taller	nov-13
8	Capacitar e implementar metodología 5's <b>Objetivo:</b> Implementar la metodología 5's.	Jefe de taller Supervisor de taller	nov-13

Fuente: elaboración propia.

Para reducir las pérdidas de tiempo se plantea un plazo de cuatro semanas y volver a hacer la evaluación para comparar los resultados.

### **2.2.1.3. Plan de acción para el control de las actividades no productivas**

El taller de máquinas-herramientas trabaja constantemente por mejorar su gestión, ser más productivo y eficiente. Para controlar las actividades no productivas se llevó a cabo un análisis de causa raíz por medio de un Ishikawa y la herramienta de los cinco porqués, concluyendo con el plan de acción efectivo.

A continuación se muestra el análisis de causa y efecto en el que se realizó una lluvia de ideas, luego se efectuó una validación y se seleccionaron las causas en las cuales se puede realizar un cambio significativo.

Luego de realizar el análisis de causas de actividades no productivas en el taller se determinaron las siguientes causas como las principales para desarrollar los planes de acción necesarios para fortalecer el sistema:

- Disponibilidad de grúa
- Mantenimiento de equipo
- Limpieza de máquinas
- Limpieza del taller
- Espera de materiales
- Falta de documentación y estandarización de tareas rutinarias

Figura 17. **Planes de acción para reducir las principales causas de actividades no productivas**

 <b>Pantaleon</b> Pantaleón S. A. Concepción S. A.		<b>PLAN DE ACCIÓN PARA REDUCCIÓN CAUSAS DE ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS</b>	
		Proceso: Mantenimiento	Área: Taller de Máquinas-Herramientas
<p><b>OBJETIVO:</b> Determinar y ejecutar acciones que permitan reducir o mitigar las actividades no productivas en el taller de máquinas - herramientas.</p> <p><b>ALCANCE:</b> Aplica al supervisor y encargado del taller de máquinas - herramientas para gestionar y ejecutar el plan de acción de reducción de pérdida de tiempo en el taller.</p> <p><b>DIRIGIDO:</b> Jefe, supervisor y encargado del taller de máquinas-herramientas..</p> <p>A continuación se muestran las acciones a llevar a cabo para aumentar la productividad en el taller de máquinas - herramientas.</p> <p>El siguiente plan está fundamentado en las herramientas de análisis de causa raíz y 5 por qué's.</p>			
Causa No.	¿Qué? Descripción de la acción	¿Quién? Responsable	¿Cuándo? Fecha
1	Hacer solicitud al taller eléctrico de habilitación de grúa puente del taller de máquinas herramientas <b>Objetivo:</b> Optimizar y agilizar los movimientos internos del taller.	Encargado del taller	01/07/2013
2	Realizar estandar de inspección y lubricación, en base al manual del fabricante <b>Objetivo:</b> Adjuntar el estandar de inspección y lubricación al plan de mantenimiento preventivo.	Supervisor del taller	01/10/2013
3	Realizar rutina y estándar de limpieza de los equipos, en base al manual del fabricante <b>Objetivo:</b> Hacer programa de limpieza y eliminación de fuentes de contaminación y suciedad.	Supervisor del taller	01/10/2013
4	Realizar estándar de limpieza general del taller <b>Objetivo:</b> Mantener y preservar en condiciones óptimas los edificios e instalaciones de la empresa.	Encargado del taller	01/10/2013
5	Realizar procedimiento de pedido de materiales a bodega, con tiempos estimados de pedido y entrega <b>Objetivo:</b> Mantener el abastecimiento de materiales ininterrumpido por falta de materiales.	Supervisor del taller	01/09/2013
6	Identificar tareas rutinarias para tomarlas en cuenta al momento de lanzar una OT <b>Objetivo:</b> Determinar tiempo estandar de las actividades rutinarias.	Encargado del taller	01/10/2013

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.4. Sistema de órdenes de trabajo**

La creación de una propuesta para mejorar el método con el que se asigna el trabajo a los colaboradores, surge de la necesidad de volver más eficiente el taller y de proporcionarles a los colaboradores confianza, con el fin de que tengan mayor independencia en su puesto de trabajo.

Para llevar el control de los trabajos se realizarán órdenes de trabajo que se les entregarán a los colaboradores cuando un proceso solicite un trabajo al taller.

En la figura 18 se muestra de forma detallada y el formato de la orden de trabajo, en la que se especifica la información necesaria al momento de solicitar un trabajo.

A continuación se describen los campos a llenar:

- Información completada por el supervisor o encargado
  - Número de orden o correlativo, del que se lleva un archivo interno.
  - Código del equipo: es el código SAP que identifica el equipo al cual se le está dando mantenimiento.
  - Descripción del equipo: es el nombre del equipo en mantenimiento.
  - Actividad a realizar: es la descripción detallada del trabajo.
  - Colaborador: es el asignado de realizar el trabajo.
  - Tiempo estimado: es el programado para la realización del trabajo (inicio y finalización).
  - Materiales a utilizar: es la descripción detallada de los materiales necesarios para ejecutar la tarea.
  - Código del material: es el código SAP a utilizar.

- Descripción: es la descripción técnica del material a utilizar.
  - Cantidad: es la descripción de cuántos materiales se van a utilizar.
  - Unidad: es la unidad de medida del material.
  - Firma y revisión: es donde el supervisor o encargado recibe el trabajo inspeccionado y conforme.
- 
- Información completada por el colaborador
  
  - Observación: es un espacio en el cual se describe cualquier problema encontrado en la realización del trabajo.

A continuación se presenta un ejemplo del formato de orden de trabajo implementado en el taller de soldadura:

Figura 18. Formato de orden de trabajo

 Pantaleon Pantaleón S.A. Concepción S.A.	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>	
	Proceso: <b>Mantenimiento</b>	Taller: <b>Máquinas-Herramientas</b>

Orden No. \_\_\_\_\_

**EQUIPO**

Descripción

**ACTIVIDAD**

**Colaborador:**

**Tiempo Estimado:**

Fecha Inicio:		Fecha Final:	
Hora Inicio:		Hora Final:	

**MATERIALES**

Código	Descripción	Cantidad	Unidad

**OBSERVACION**

\_\_\_\_\_  
 Firma y revisado del Supervisor

"Calidad es hacer las cosas bien, incluso cuando  
 nadie te está mirando" HENRY FORD

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.4.1. Clasificación de trabajos**

La propuesta de crear un archivo de órdenes de trabajo es para que cada colaborador tenga un cajón compuesto de tres divisiones para un mejor control de su trabajo, con la siguiente clasificación:

- Órdenes de trabajo en proceso
- Órdenes de trabajo en espera
- Órdenes de trabajo terminadas

A continuación se describen las diferencias que existen en las órdenes de trabajo descritas anteriormente.

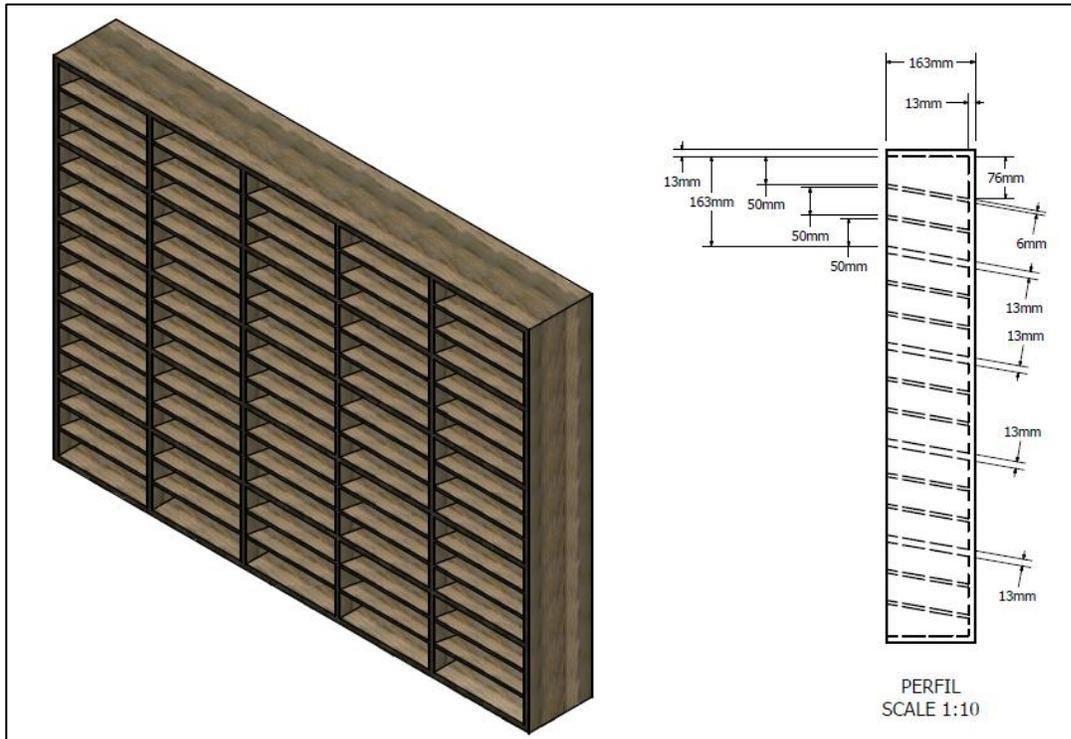
Las órdenes de trabajo en proceso: son las que el colaborador no pudo terminar en su día de trabajo y van a continuar al día siguiente, en el turno de noche.

Las órdenes de trabajo en espera: son los nuevos que han sido asignados al colaborador, pero todavía no han sido empezados.

Las órdenes de trabajo terminadas: como su nombre lo indica, son las que se terminaron en esa jornada laboral.

A continuación se presenta el modelo del archivo de órdenes de trabajo:

Figura 19. Archivo de órdenes de trabajo



Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.1.4.2. Procedimiento de órdenes de trabajo

La implementación de las órdenes de trabajo busca mejorar la forma que actualmente se utiliza para asignarles el trabajo a los colaboradores. El objetivo principal es hacer más eficiente y productivo el taller, obteniendo mejores resultados, mejor calidad en los trabajos realizados y proporcionarle a los colaboradores confianza en sus actividades, esto con el fin de crear autonomía en su puesto de trabajo y mejorar la relación patrono-colaborador.

El archivo de órdenes de trabajo está compuesto por un conjunto de veinticinco cajones, cada uno con tres divisiones alineadas verticalmente. Se le asignará a cada colaborador un cajón para llevar un mejor control.

Cada sección tiene una función específica, y las órdenes de trabajo se colocarán en el siguiente orden, en cada una de las 3 divisiones alineadas verticalmente:

- Primera división: órdenes de trabajo en proceso
- Segunda división: órdenes de trabajo en espera
- Tercera división: órdenes de trabajo terminadas

Todo esto con el fin de que el colaborador y el supervisor pueda ubicar fácilmente el estatus del trabajo.

Figura 20. Procedimiento de órdenes de trabajo

 <p>Pantaleón</p> <p>Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Describir los pasos de creación de órdenes de trabajo para el maquinado de piezas que sean necesarias para el mantenimiento de los equipos que lo requieran en los procesos de producción de la fábrica.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>Realizar este procedimiento luego de tener definida una solicitud de trabajo proporcionada por el supervisor del proceso productivo.</p> <p><b>3. ROLES Y RESPONSABILIDADES</b></p> <p><b>Supervisor del proceso productivo:</b> proporcionar la solicitud de trabajo completada con la información requerida.</p> <p><b>Supervisor del taller de máquinas-herramientas:</b> recibir solicitud de trabajo y crear orden de trabajo.</p> <p><b>Encargado del taller de máquinas-herramientas:</b> entregar orden de trabajo al mecánico asignado y verificar que tenga las herramientas y materiales necesario para ejecutar la misma.</p> <p><b>Mecánico:</b> ejecutar la orden de trabajo con las especificaciones requeridas.</p> <p><b>4. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A</b></p> <p>OT: orden de trabajo ST: solicitud de trabajo Supervisor solicitante: supervisor del proceso productivo Supervisor M-H: supervisor del taller de máquinas-herramientas. Encargado M-H: encargado del taller de máquinas-herramientas.</p> <p><b>5. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Peligros asociados a la tarea</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonómico</li> <li>- Físico</li> <li>- Mecánico</li> </ul> </li> <li>• <b>Equipo de protección personal (EPP)</b> <p>Debe usar en todo momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco</li> <li>- Lentes</li> <li>- Tapones auditivos</li> <li>- Calzado industrial</li> <li>-</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Continuación de la figura 20.

 <p style="text-align: center;">Pantal</p> <p style="text-align: center;">Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>6. CONDICIONES GENERALES N/A</b></p>		
<p><b>7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b></p>		
<p><b>7.1. Equipo y maquinas herramientas:</b></p>		
<p>El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>u) Tornos</li> <li>v) Cepillos</li> <li>w) Taladros</li> <li>x) Fresas</li> <li>y) Sierra eléctrica</li> <li>z) Prensa hidráulica</li> <li>aa) Esmeril</li> <li>bb) Pulidora de mano</li> <li>cc) Roscadora eléctrica</li> <li>dd) Grúas puentes</li> </ul>		
<p><b>7.2. Actividades:</b></p>		
<p>Para la creación de una orden de trabajo en el taller de máquinas-herramientas hay que tener en cuenta los siguientes pasos:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>m) Supervisor solicitante: entregar ST a encargado del taller de máquinas – herramientas.</li> <li>n) Encargado M-H: recibir ST, verificar especificaciones y asigna número de OT.</li> <li>o) Supervisor M-H: proceder a programar mecánico, equipo y materiales a la OT.</li> <li>p) Supervisor M-H: proceder a llenar registro de seguimiento de OT.</li> <li>q) Supervisor M-H: colocar OT en archivo de órdenes de trabajo en casilla de órdenes en espera.</li> <li>r) Mecánico: tomar la OT del archivo de órdenes de trabajo.</li> <li>s) Mecánico: ejecutar OT con especificaciones solicitadas.</li> <li>t) Supervisor M-H – Encargado M-H: inspeccionar pieza y verificar si cumple con las especificaciones de la ST.</li> <li>u) Encargado M-H: entregar trabajo terminado a supervisor proceso.</li> <li>v) Supervisor solicitante: verificar especificaciones y calidad de trabajo.</li> <li>w) Supervisor M-H: cerrar la OT.</li> <li>x) Supervisor M-H: completar en base de datos información de OT terminada.</li> <li>y) Supervisor M-H: evaluar eficiencia, utilización y productividad del mecánico semanalmente.</li> </ul>		
<p><b>Elaborado por:</b> EPS</p>	<p><b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento</p>	<p><b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica</p>

Continuación de la figura 20.

 <p>Pantaleón</p> <p>Concepción S. A.</p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b></p>	
	<p>Actualización 0</p>	<p>###</p>
<p><b>7.3. Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <p><b>7.3.1. Ergonómico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La creación de OT's por ser un trabajo administrativo hay que mantener una postura correcta.</li> <li>• El mecánico debe mantener una postura correcta en su lugar de trabajo por permanecer la mayor parte del tiempo parado.</li> </ul> <p><b>7.3.2. Físico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido: afección auditiva por el tiempo prolongado de exposición al ruido.</li> <li>• Temperatura: quemaduras al efectuar maquinado de piezas con altas temperaturas.</li> <li>• Visual: desprendimiento de viruta a los ojos.</li> </ul> <p><b>7.3.3. Mecánicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrapamiento: por piezas móviles o mecanismos de transmisión.</li> <li>• Golpes: por manipulación de piezas o herramientas.</li> <li>• Cortaduras: por herramientas de corte.</li> </ul> <p><b>8. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p> <p><b>9. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>g) Registro de solicitudes de trabajo</li> <li>h) Procedimiento de solicitudes de trabajo del taller de máquinas-herramientas</li> <li>i) Registro de órdenes de trabajo.</li> </ul> <p><b>10. ANEXOS N/A</b></p>		
<p><b>Elaborado por:</b> EPS</p>	<p><b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento</p>	<p><b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica</p>

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.4.3. Metodología para designación de tiempos**

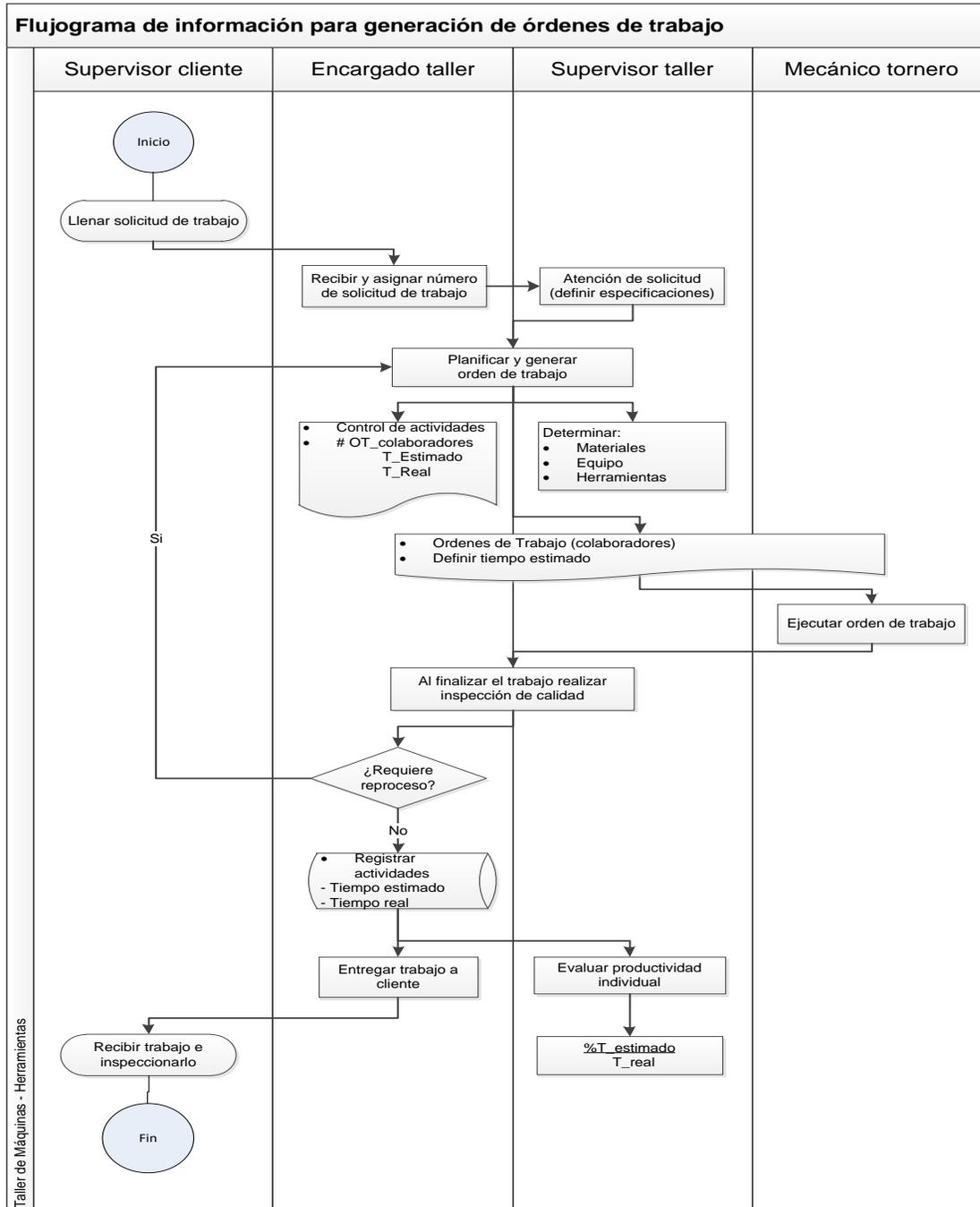
La metodología empleada para el seguimiento de los trabajos del taller se fundamenta en los resultados del diagnóstico realizado, en el cual se comparaban los resultados de dos grupos, a los integrantes del primero se les asignó órdenes de trabajo con tiempo estimado, y al segundo sin tiempo estimado.

Analizando los resultados obtenidos en la tabla IX se concluye que, tomando como referencia el tiempo estimado de las órdenes de trabajo, la media de los tiempos reales es menor asignando tiempo a las órdenes de trabajo que no haciéndolo, por lo que se recomienda asignar tiempos estimados a las órdenes de trabajo siguiendo la secuencia del flujograma para generación de órdenes de trabajo propuesto en la figura 21.

#### **2.2.1.4.4. Flujograma para generación de órdenes de trabajo**

A continuación se presenta el flujograma para generación de órdenes de trabajo, tomando como base el procedimiento de solicitudes, órdenes de trabajo de tiempo y la metodología de designación de tiempos.

Figura 21. Flujograma para generación de órdenes de trabajo



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

#### **2.2.1.5. Base de datos del registro de órdenes de trabajo**

La creación de los formatos para darle seguimiento a los trabajos que se llevan a cabo en el taller y evaluar la eficiencia de esto, se crean con el fin de realizar un análisis estadístico descriptivo del tiempo estimado por el supervisor, y el tiempo real que se llevó en la ejecución del trabajo. El seguimiento de las tareas, también tiene como fin registrar los tiempos reales para que en un futuro próximo se puedan tomar como referencia para futuras estimaciones de tiempo a tareas similares.

A continuación se presenta el procedimiento para completar la base de datos del taller de máquinas–herramientas.

Figura 22. **Procedimiento para completar base de datos del taller de máquinas–herramientas**

 <p>Pantaleon</p> <p>Concepción S.A.</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA COMPLETAR BASE DE DATOS DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</p>	
	<p>Actualización 0</p>	<p>###</p>

**1. OBJETO**

El objeto del presente procedimiento es para describir los pasos a seguir para completar la base de datos del taller de máquinas herramientas, con la información obtenida de las órdenes de trabajo.

**2. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A**

**Número de orden de trabajo:** sirve para tener trazabilidad de los documentos y poder hacer referencias con las especificaciones del trabajo.  
**Estado:** especifica si el trabajo está en proceso o está terminado.  
**Actividades:** detalla la actividad a realizar.  
**Proceso:** describe el proceso que generó la solicitud de trabajo.  
**Máquina:** describe la máquina asignada en la orden de trabajo.  
**Persona:** describe el nombre del mecánico asignado en la orden de trabajo.  
**Tiempo estimado:** tiempo asignado a la tarea por el supervisor del taller.  
**Tiempo real:** sumatoria de tiempo real que el mecánico se llevó en la ejecución del trabajo.  
**Avance:** estima el avance de la tarea relacionando el tiempo real y tiempo estimado.  
**Hora de inicio:** hora en la que se inició el trabajo.  
**Días:** escribir el tiempo real empleado cada día de la semana para ejecutar la tarea.

**3. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peligros asociados a la tarea                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonómico</li> </ul> </li> <li>• Equipo de Protección Personal (EPP)                      Debe usar en todo momento:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco</li> <li>- Lentes</li> <li>- Tapones auditivos</li> <li>- Calzado industrial</li> </ul> </li> </ul>
--

**4. CONDICIONES GENERALES N/A**

<p>Elaborado por: EPS</p>	<p>Revisado por: Jefe Mantenimiento</p>	<p>Aprobado por: Gerente Fábrica</p>
-------------------------------	---	--

Continuación de la figura 22.

 <p>Pantaleon</p> <p>Concepción S.A.</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA COMPLETAR BASE DE DATOS DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</p>	
	<p>Actualización 0</p>	<p>###</p>
<p><b>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b></p> <p><b>5.1 Equipo y máquinas herramientas:</b>  El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tomos</li> <li>b) Cepillos</li> <li>c) Taladros</li> <li>d) Fresas</li> <li>e) Sierra eléctrica</li> <li>f) Prensa hidráulica</li> <li>g) Esmeril</li> <li>h) Pulidora de mano</li> <li>i) Roscadora eléctrica</li> <li>j) Grúas puentes</li> </ul>		
<p><b>5.2 Actividades:</b></p> <p>Para la creación de una solicitud de trabajo al taller de máquinas-herramientas hay que tener en cuenta los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Generar <u>OT</u> en base al trabajo solicitado por el supervisor solicitante.</li> <li>b) Documentar <u>OT</u> en la base de datos, completando el número de orden de trabajo, estado, actividades, proceso, máquina, persona, tiempo estimado, tiempo real, avance, hora de inicio y días.</li> <li>c) Escribir diariamente el tiempo real</li> <li>d) Cerrar <u>OT</u> al momento que se entrega el trabajo al supervisor solicitante.</li> <li>e) Analizar eficiencia, utilización y productividad del mecánico.</li> </ul>		
<p><b>5.3 Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <p><b>5.3.1 Ergonómicos:</b>  La creación de solicitudes de trabajo por ser un trabajo administrativo hay que tener en cuenta de mantener una postura correcta.</p>		
<p><b>6. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p>		
<p><b>7. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Registro de órdenes de trabajo.</li> </ul>		
<p><b>8. ANEXOS N/A</b></p>		
<p>Elaborado por: EPS</p>	<p>Revisado por: Jefe Mantenimiento</p>	<p>Aprobado por: Gerente Fábrica</p>

Fuente: elaboración propia.



#### **2.2.1.5.1. Seguimiento de órdenes de trabajo**

El supervisor y encargado del taller de máquinas-herramientas tienen que controlar muchos factores cada día, como por ejemplo: materiales, permisos, solicitudes de trabajo, toma de medidas en campo, búsqueda de partes o piezas que se puedan reutilizar, entre otros.

A continuación se muestra el formato de seguimiento de órdenes de trabajo, el cual sirve para darle trazabilidad a las órdenes de trabajo y registrar el tiempo estimado y tiempo real; que servirán para cuantificar los indicadores de productividad.

Figura 24. Seguimiento de órdenes de trabajo

 CONCEPCIÓN S. A.	<b>Pantaleón</b>	<b>SEGUIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b>				
		Actualización: 00	###	Correlativo:		

**Instrucciones:** El siguiente formato muestra un conjunto de columnas que se deben llenar con la información básica y real de cada trabajo que se ejecute en el taller.

# Orden Trabajo	ACTIVIDADES	PROCESO	MÁQUINA	MECÁNICO	Tiempo estimado	Tiempo real

---

 Firma y revisado del supervisor

"Calidad es hacer las cosas bien, incluso cuando nadie te está mirando" HENRY FORD

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.5.2. Planificación de materiales para la ejecución de los órdenes de trabajo**

Actualmente, el Ingenio Concepción se encuentra en el proceso de implementación de SAP, por lo que cada orden de trabajo va relacionada al colaborador que la ejecuta, el tiempo real que se lleva en realizarla y los materiales necesarios para poder efectuar el trabajo.

La información necesaria en SAP para cargar los materiales a la orden de trabajo es la siguiente:

- Código SAP: es un número de identificación único asignado a cada material que lo identifica y también puede servir para visualizar existencias en bodega.
- Descripción del material: sirve para verificar que las especificaciones del material sean las requeridas para realizar el trabajo.
- Cantidad: son las unidades necesarias para llevar a cabo y completar el trabajo requerido.
- Unidad de medida: es la dimensional con la cual se identifica la cantidad del material requerido.

La planificación de materiales está compuesta por varios aspectos importantes, a continuación se definen los puntos a tomar en cuenta:

- Planificar materiales es importante para reducir inventarios y hacer más eficiente la ejecución de tareas.
- Con la planificación correcta se pretende reducir tiempos de tareas, inventarios y desperdicios de material.

- Se tiene como objetivo involucrar a todos los colaboradores en la optimización de recursos y reducción de inventarios en bodega.
- Los materiales se planifican después de generada una orden de trabajo, evaluada la tarea y luego de haber verificado si se puede realizar con materiales en proceso, después de ese análisis se procede a hacer una reserva de materiales para sacar lo necesario de la bodega de materiales.
- Para facilitar la planificación se creó una base de datos donde se define la actividad, el equipo donde se realizará, el colaborador, el tiempo estimado de la tarea y los materiales a utilizar para ejecutar la misma.

Los elementos necesarios para planificar los materiales de una tarea son:

- Identificar los materiales necesarios para ejecutar la tarea.
- Buscar los códigos de los materiales en la base de datos de SAP.
- Determinar la cantidad de cada material a utilizar.

Figura 25. Planificación de materiales

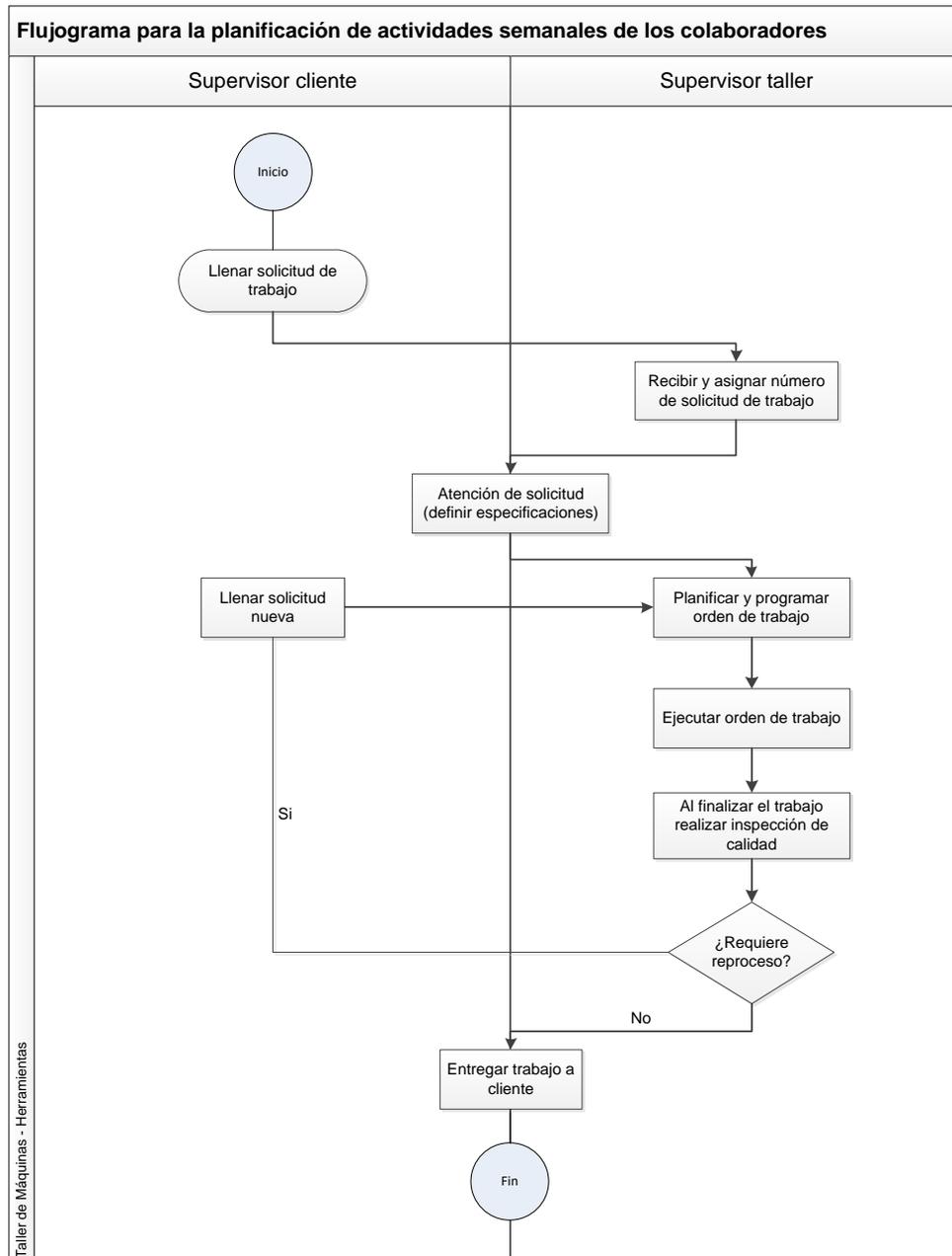
PLANIFICACIÓN DE MATERIALES							MATERIAL (1)			
# Orden Trabajo	Estado	EQUIPO	ACTIVIDAD	COLABORADOR	Código SAP	DESCRIPCIÓN (1)	CANTIDAD	UND.		
1	En Proceso	Torno #9	Maquinar sproket reductor de conductor de sacos	-	2317151500012	ELECTRODO 1/8" INOX 316L-16		UN		
2	En Proceso	Cepillo #5	Cepillar cuñero cpling bomba de condensado estac	-	2317151500014	ELECTRODO 1/8" NIFER 100 SOFTWELD		UN		
3	En Proceso	Torno #7	Roscar 28 nipples para enfriamiento de bombas esta	-	2317151500033	ELECTRODO 1/8" GRICAST31		UN		
4	En Proceso	Torno #9	Roscar 28 nipples para enfriamiento de bombas est	-	2317151500075	ELECTRODO 3/32" TUNGSTENO		UN		
5	En Proceso	Afiladora Cuchillas	Aflar cuchillas de chipiadora	-	2317151500104	ELECTRODO KP2063-1B1		UN		
6	En Proceso	Torno #6	Maquinar sproket eje conductor intermedio	-	2317151500122	ELECTRODO 3/32" INOX. 316-L16		UN		
7	En Proceso	Fresa #3	Fresar cuñero a eje motriz sinfin molinos	-	2317153600002	PORTAELECTRODO P/500 A 7939A3		UN		
8	En Proceso	Taladro #2	Barrenar machetes para picadoras	-	2317160200002	DISCO P/CORTAR 9" X 1/8" X 7/8"		UN		
9	En Proceso	Taladro #1	Barrenar y machueilar copleing estacion de licor	-	2711190700002	CEPILLO DE ALAMBRE C/CABO		UN		
10	En Proceso	Torno #7	Repasar rosca a 4 pernos estacion de licor	-	2712170100023	CONECTOR HEMBRA/MACHO P/CABLE DE SOLD UN		UN		
11	En Proceso	Cepillo #6	Cepillar dientes cuchilla central molino 3	-	3010150300027	ANGULAR 1/4" X 3" X 3" H.N.		M		
12	En Proceso	Torno #7	Maquinar barra de inox para visagras molinos	-	3010170400063	VIGA C 4" @ 5.4LBS/PIE A-36		M		
13	En Proceso	Torno #7	Maquinar diametro int a tuerca y prensa estopa	-	3010220400002	LAMINA 3/8" H.N.		M2		
-	-	-	-	-	-	#N/A		#N/A		
-	-	-	-	-	-	#N/A		#N/A		
-	-	-	-	-	-	#N/A		#N/A		
-	-	-	-	-	-	#N/A		#N/A		
-	-	-	-	-	-	#N/A		#N/A		
-	-	-	-	-	-	#N/A		#N/A		

Fuente: elaboración propia.

**2.2.1.5.3. Planificación de actividades  
semanales de los  
colaboradores con base en  
las órdenes de trabajo**

Para controlar las actividades del taller es importante planificar las órdenes de trabajo, con esto se está registrando un número de orden único, mecánico, máquina, material y tiempo estimado de ejecución.

Figura 26. **Flujograma para la planificación de actividades semanales de los colaboradores**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

Con la planificación correcta se pretende reducir tiempos de tareas, inventarios y desperdicios de material. Se tiene como objetivo involucrar a los empleados en la optimización de recursos y reducción de inventarios en bodega.

Al planificar las actividades se puede dar un mejor servicio a los procesos, porque se puede estimar un plazo de entrega, también se puede medir la carga de trabajo del colaborador y de la máquina; por lo tanto se puede medir el tiempo efectivo de trabajo semanal y la utilización de los colaboradores y activos.

Para facilitar la planificación se creó una base de datos donde se define la actividad, el equipo con que se realizará, el colaborador, el tiempo estimado de la tarea y los materiales a utilizar para ejecutar la misma.

Para planificar en la base de datos se encuentran dos columnas donde se debe de colocar el tiempo diario que se le va a dedicar a cada actividad. La primera columna es una P que significa planificación y en ella se debe colocar el tiempo en horas que se estima a esa actividad, y seguido de la planificación se encuentra la R que se utiliza para registrar el tiempo real de la ejecución de la tarea.

#### **2.2.1.5.4. Registro de actividades no productivas**

Este registro permite tener un control de las actividades que se están realizando frecuentemente y se convierte en una fuente de información actualizada que pueda proporcionar la información necesaria para tomar decisiones de cómo se está distribuyendo el tiempo en el taller.

Figura 27. Registro de actividades no productivas

REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS																				
ZAFRA: 2013 - 2014																				
Instrucciones: el siguiente formato muestra un conjunto de columnas que se deben llenar con la información básica y real de cada trabajo que se ejecute en el taller.																				
Actualización 01: 01-10-2013																				
# Orden trabajo	ESTADO	ACTIVIDADES	PROCESO	MÁQUINA	COLABORADOR	Tiempo estimado	Tiempo real	Avance	Semana del 4 al 10 No											
									L	M	X	J	V	S	D					

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Evaluación de resultados del plan de mejoras**

En los resultados del plan de mejoras se tomó como parámetro de comparación un intervalo de treinta días para tener un tiempo de adaptación a los cambios y observar los cambios producidos.

- Reducción de las causas de pérdida de tiempo

Al evaluar los resultados de las acciones para reducir las pérdidas de tiempos que están clasificadas en: las que competen al sistema y las que corresponden a los colaboradores operativos del taller. Se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla XX:

Tabla XX. **Resultados de la evaluación del plan de mejoras de pérdida de tiempo**

	Dimensionales	20-ago	21-ago	22-ago	TOTAL		
Hora inicio	h	08:50	08:50	13:45			
Hora final	h	12:00	12:00	15:00			
Refacción	h	00:15	00:15	00:00			
Tiempo observado	h	02:55	02:55	01:15	<b>07:05</b>		
Muestra	personas	7	7	6	<b>7</b>		
Tiempo total	h - hombre	20,42	20,42	6,70	<b>47,53</b>		
Tiempo perdido	h - hombre	1,57	4,48	0,77	<b>6,82</b>		
Tiempo efectivo	h - hombre	18,85	15,94	5,93	<b>40,71</b>		
Utilización	%	92	78	89	<b>86</b>		
					<b>Tiempo <math>\Sigma</math></b>	<b>% Eq.</b>	<b>% Acu.</b>
<b>VARIABLES</b>	<b>Perder tiempo</b>	0,90	1,72	0,45	3,07	45 %	45 %
	<b>Refacción/almuerzo</b>	0,67	1,95	-	2,62	38 %	83 %
	<b>Esperando grúa</b>	-	0,55	-	0,55	8 %	91 %
	<b>Sin asignación de trabajo</b>	-	0,08	0,32	0,40	6 %	97 %
	<b>Sanitario</b>	-	0,15	-	0,15	2 %	100 %
	<b>Búsqueda de herramientas</b>	-	0,03	-	0,03	0 %	100 %
	<b>Limpiar máquina</b>	-	-	-	-	0 %	100 %
	<b>Búsqueda de materiales</b>	-	-	-	-	0 %	100 %
<b>TOTAL TIEMPO PERDIDO</b>	<b>h - hombre</b>	<b>1,57</b>	<b>4,48</b>	<b>0,77</b>	<b>6,82</b>		

Fuente: elaboración propia.

En el proceso de mejora continua, luego de aplicar las acciones y obtener buenos resultados, se observa que la pérdida de tiempo y el utilizado antes y después al momento de refacción y almuerzo, es mucho mayor al propuesto por la ley. Si se trabaja en esas dos pérdidas considerables se podrá mejorar la cultura de trabajo y los tiempos perdidos se reducirán en gran medida.

- Control de las actividades no productivas

Cabe resaltar que las actividades no productivas no necesariamente son negativas, sino que son las que no agregan valor a los productos del taller pero de una u otra forma hay que realizarlas para que funcione adecuadamente.

Luego de aplicar las acciones para controlar las actividades no productivas se tienen los siguientes resultados para la semana catorce al veinte de octubre.

Tabla XXI. **Tiempos no productivos según actividades**

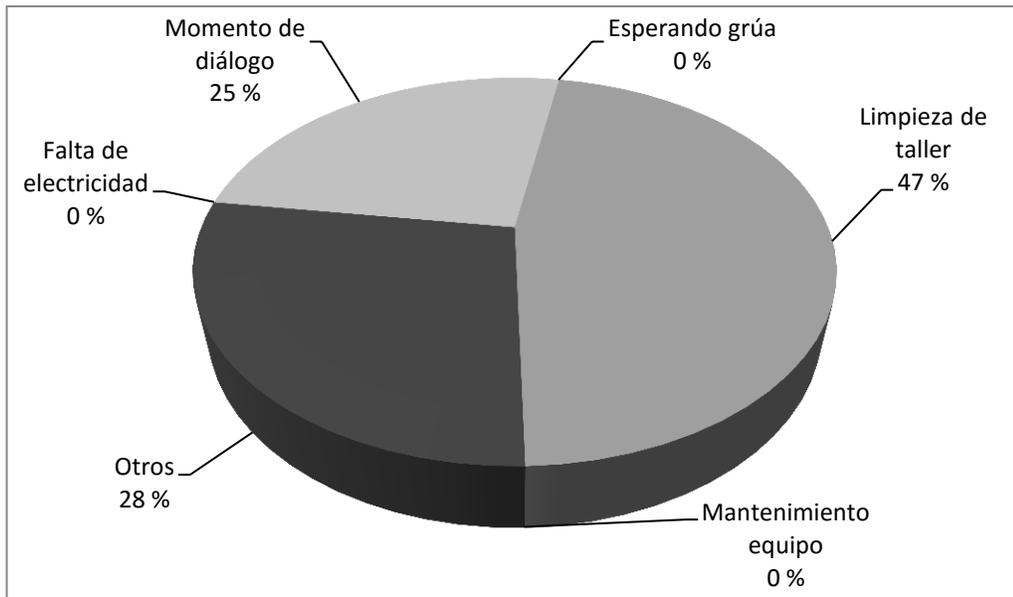
<b>Actividades</b>	<b>Hr_No_productivas</b>
Limpieza de taller	22
Mantenimiento de equipo	0
Otros	13
Esperando grúa	0
Momento de diálogo	12
<b>Total</b>	<b>47</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI se muestran las horas observadas que los mecánicos torneros dedicaron a realizar otras actividades luego de ejecutar los planes de acción.

En la figura 28 se muestra la distribución porcentual de cada una de las actividades no productivas.

Figura 28. **Distribución porcentual de actividades no productivas para la semana del 14 al 20 de octubre**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 28 se observa, según la distribución porcentual de actividades no productivas, que la limpieza del taller es la que representa mayor tiempo perdido (47 %), por lo que se debe determinar cuál es la forma más efectiva de realizar las tareas de limpieza para optimizar tiempos. Se logró determinar que el mantenimiento correctivo realizado a la grúa disminuyó el tiempo perdido de espera de grúa (0 %) esto debido a la efectividad del mantenimiento realizado. Con estos resultados se busca reducir la espontaneidad de la ejecución de esas actividades, y eso se logrará mejorando la planificación de las actividades.

### 2.3.1. Indicadores de medición del sistema de pago de bonos-incentivos

Los indicadores propuestos para controlar al taller y evaluar la productividad del taller se presentan en la tabla XXII:

Tabla XXII. Indicadores a utilizar en el taller de máquinas-herramientas

Porcentaje de	Descripción	Fórmula
Utilización máquinas	Indica el tiempo asignado a las máquinas respecto al tiempo disponible en una jornada de trabajo.	$\frac{\text{Tiempo asignado}}{\text{Tiempo disponible}}$
Avance de actividades	Porcentaje de cumplimiento de las tareas respecto al tiempo estimado por el supervisor del taller.	$\frac{\text{Tiempo real}_{\text{Acumulado}}}{\text{Tiempo estimado}}$
Eficiencia del taller máquinas-herramienta	Indica la eficiencia del taller respecto a las órdenes de trabajo ingresadas al proceso.	$\frac{\# \text{ Órdenes de trabajo terminadas}}{\# \text{ Órdenes de trabajo proceso}}$
Eficiencia MO	Relación del tiempo estimado por el supervisor respecto al tiempo real de ejecución de los trabajos por el colaborador.	$\frac{\text{Tiempo estimado}}{\text{Tiempo real}_{\text{Total}}}$
Utilización MO	Relación del tiempo asignado para ejecutar algún trabajo y el tiempo presencial en la jornada.	$\frac{\text{Tiempo OT's}}{\text{Tiempo presencial}}$
Productividad	Es la multiplicación de eficiencia por utilización.	$\% \text{ eficiencia MO} * \% \text{ utilización MO}$

Fuente: elaboración propia.

El bono de productividad tiene como base de cálculo la multiplicación de la eficiencia promedio y utilización promedio del resultado general del taller de máquinas-herramientas, eso quiere decir que, si el resultado general de la semana está entre los límites mínimos de productividad que se definieron antes, los colaboradores recibirán el bono proporcional al resultado del taller.

A continuación se muestra un ejemplo de dos semanas, la primera se toma como referencia antes de implementar las órdenes de trabajo, hoja de seguimiento de actividades y base de datos.

Tabla XXIII. **Análisis de productividad del taller para la semana 30 que comprende del 29/07/2013 al 04/08/2013**

Puesto	Utilización porcentaje	Eficiencia porcentaje	Productividad porcentaje
M-t-I	55	72	40
M-t-III	76	64	49
M-t-I	88	77	68
M-t-IV	58	99	57
M-t-IV	90	90	81
M-t-I	73	96	70
M-t-II	79	76	60
M-t-I	77	75	58
M-t-IV	52	67	35
M-t-I	76	113	87
M-t-III	75	62	47
M-t-I	76	89	68
M-t-I	68	91	62
M-t-II	81	62	51
M-t-III	87	60	53
M-t-III	59	85	51
M-t-III	78	63	49
M-t-I	63	94	60
M-t-III	73	73	54
<b>PROMEDIO</b>	<b>74</b>	<b>79</b>	<b>59</b>

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los datos se observa que el promedio aritmético de esa semana no obtuvo una buena utilización y eficiencia, lo que da un mal resultado de productividad, para tener un comparativo se muestra a continuación la siguiente semana donde se empiezan a obtener mejores resultados.

Tabla XXIV. **Análisis de productividad del taller para la semana 31 que comprende del 05/08/2013 al 11/08/2013**

Puesto	Utilización porcentaje	Eficiencia porcentaje	Productividad porcentaje	Bono – productividad	
M-t-I	90	72	65	Q	17,84
M-t-III	89	64	58	Q	29,26
M-t-I	89	77	69	Q	17,84
M-t-IV	90	101	91	Q	33,55
M-t-IV	79	102	82	Q	33,55
M-t-I	73	124	91	Q	17,84
M-t-II	86	103	89	Q	24,17
M-t-I	99	75	75	Q	17,84
M-t-IV	82	81	67	Q	33,55
M-t-I	88	85	75	Q	17,84
M-t-III	75	62	47	Q	29,26
M-t-I	90	89	80	Q	17,84
M-t-I	81	91	75	Q	17,84
M-t-II	90	95	87	Q	24,17
M-t-III	85	168	143	Q	29,26
M-t-III	76	77	59	Q	29,26
M-t-III	90	63	57	Q	29,26
M-t-I	73	103	75	Q	17,84
M-t-III	91	66	61	Q	29,26
<b>PROMEDIO</b>	<b>85</b>	<b>89</b>	<b>7</b>	<b>Q</b>	<b>467,29</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, en la semana treinta y uno se obtuvieron mejores resultados de utilización y eficiencia del taller y, por ende, se observa que la productividad está entre el rango aceptable.

El bono obtenido por cada colaborador está en función del resultado general del taller, setenta y seis por ciento (76 %) de productividad, y proporcional a la categoría salarial que cada colaborador tenga.

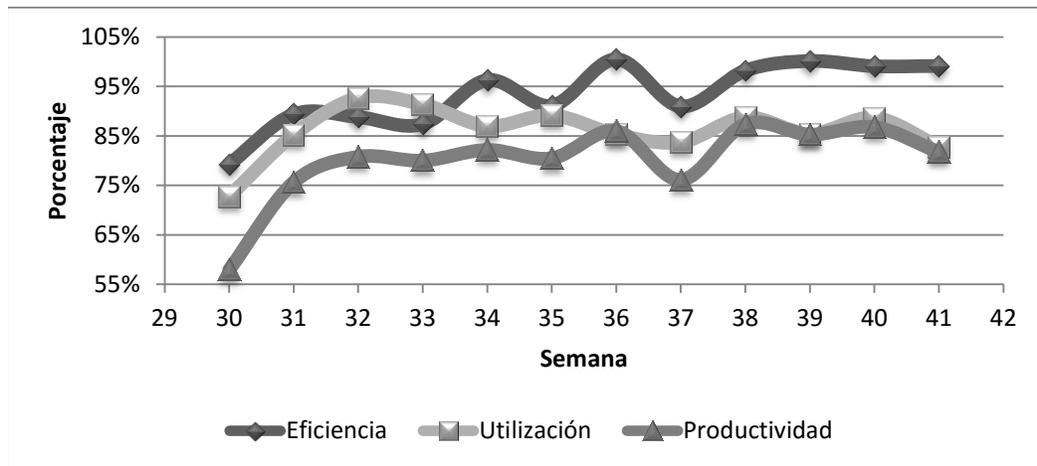
A continuación se muestra un cuadro resumen de las semanas de reparación en las que se realizó el cálculo.

Tabla XXV. **Resumen del bono de productividad por semana**

Semana	FECHA		Utilización porcentaje	Eficiencia porcentaje	Productividad porcentaje	Bono - productividad	
	Inicio	Fin				Q	
30	29-jul	04-ago	74	79	59	Q	-
31	05-ago	11-ago	85	89	76	Q	467,29
32	12-ago	18-ago	93	89	81	Q	510,33
33	19-ago	25-ago	91	87	80	Q	462,14
34	26-ago	01-sep	87	96	82	Q	755,18
35	02-sep	08-sep	89	91	80	Q	544,22
36	09-sep	15-sep	85	100	86	Q	1 003,83
37	16-sep	22-sep	84	91	76	Q	517,35
38	23-sep	29-sep	89	98	87	Q	904,06
39	30-sep	06-oct	85	100	85	Q	1 003,83
40	07-oct	13-oct	89	99	87	Q	979,69
41	14-oct	20-oct	83	99	82	Q	913,64
<b>Promedio</b>			<b>86</b>	<b>93</b>	<b>80</b>	<b>Q</b>	<b>8 061,58</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Tendencias de eficiencia-utilización-productividad**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 29 se observan tres tendencias, respecto a cada semana de la reparación. La tendencia de eficiencia tiene un comportamiento creciente conforme avanza la reparación; la de utilización tiene un comportamiento decreciente respecto al tiempo; y la productividad que está en función de la eficiencia y utilización se mantiene con un pequeño crecimiento. Al visualizar estas tendencias se puede relacionar que la eficiencia está inversamente relacionada a la utilización; cuando hay mayor utilización, la eficiencia baja.

#### 2.4. Costo de propuesta

Para el análisis del costo de la propuesta se llevó a cabo un análisis promedio del devengado por cada categoría salarial durante las once semanas que se tomaron como muestra de la reparación, considerando que la carga del taller de máquinas-herramientas tiene la misma carga de trabajo todo el año, sin importar si es zafra o reparación, se toma como muestra para hacer un estimado anual de cincuenta y dos semanas.

Para implementar y reforzar el tema de productividad se propone llevar a cabo una capacitación al inicio de la zafra sobre productividad del taller de máquinas – herramientas y en la época de reparación se propone llevar a cabo un reforzamiento sobre productividad del taller.

Tabla XXVI. **Presupuesto anual para capacitación de productividad del taller de máquinas-herramientas**

<b>Categoría salarial</b>	<b>Semanal</b>	<b>Anual</b>	<b>Colaboradores por categoría</b>	<b>Presupuesto anual</b>
Capacitador: productividad		Q 1 000,00	1	Q 1 000,00
Capacitación: productividad		Q 2 400,00	20	Q 2 400,00
Capacitador: refuerzo productividad		Q 1 000,00	1	Q 1 000,00
Capacitación: refuerzo productividad		Q 2 400,00	20	Q 2 400,00
<b>Presupuesto anual de capacitación</b>				<b>Q 19 050,00</b>
<b>Tipo de cambio (24/mayo/2015)</b>				<b>\$ 1 = Q 7,75</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo de la propuesta para un presupuesto anual de productividad para el taller de máquinas-herramientas, se calculó tomando como referencia el promedio de los resultados obtenidos en la muestra de reparación, y el resultado de productividad promedio de las once semanas fue de ochenta por ciento (80 %).

La productividad obtenida se buscó en las tablas XII, XIII, XIV, XV y XVI bono-incentivo de productividad, dependiendo de la categoría del mecánico tornero, para obtener el monto semanal y determinar un proyectado anual con

un factor de seguridad del diez por ciento (10 %). Se utiliza un factor de seguridad del 10 % considerando que los mecánicos torneros mejoren su productividad y puedan optar a un bono más alto.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS**

#### **3.1. Diagnóstico de la situación actual**

Se elaboró un diagnóstico del estado y mantenimiento que actualmente se le da a los tornos, cepillos, fresas y taladros. Se identificó que en la mayoría de los casos no se realiza mantenimiento preventivo, únicamente se espera que los equipos fallen y en ese momento se programa el mantenimiento correctivo, duplicando costos de reparación y aumentando el costo de oportunidad por la falta de producción del equipo parado.

Para llevar a cabo el diagnóstico se realizó una lista de verificación por tipo de máquina para determinar el estado actual de operación y conservación de la maquinaria, esto con el fin de evaluar la ejecución del mantenimiento.

Tabla XXVII. Diagnóstico de la situación actual de los tornos

 Pantaleon Concepción S. A.		<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE TORNOS</b>
<p>En el siguiente formato completar el diagnóstico llevado a cabo con un análisis mecánico y de inspección visual de los tornos del taller.</p>		
Equipo	Componente	Diagnóstico
<b>TORNO No. 1</b> <b>Marca: "PENCOYD"</b>	Bancada principal	Presenta desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son buenas.
	Cabezal fijo	El husillo gira concéntricamente; los ejes, engranajes, <i>sproket</i> y sus respectivos <i>bushing</i> y cojinetes se encuentran deteriorados, con gran desgaste.
	Carro portaútil	Presenta gran desgaste en el avance transversal, las guías están muy rayadas; el avance automático no funciona.
	Cabezal móvil	Trabaja adecuadamente. El husillo se desliza correctamente y el mecanismo de sujeción funciona correctamente.
	Mecanismos de avance	Las condiciones del movimiento transversal y longitudinal son correctas, por el desgaste por el uso perdieron precisión.
	Husillo de roscar	No funciona, tornillo patrón no gira.
	Husillo de cilindrar	Funciona correctamente.
<b>TORNO No. 3</b> <b>Marca: "BINNS &amp; BERRY BROS"</b>	Bancada principal	Presenta desgaste avanzado; la exactitud y precisión es mala; las condiciones de trabajo son malas.
	Cabezal fijo	El husillo gira concéntricamente; la mayoría de partes móviles de la parte motriz se hicieron en el taller hace varios años y actualmente están deterioradas, lo que genera ruido e impide cambiar velocidades.
	Carro portaútil	Las condiciones de trabajo son buenas, los movimientos longitudinal y transversal, se llevan a cabo sin ningún problema.
	Cabezal móvil	Trabaja adecuadamente. El husillo se desliza correctamente y el mecanismo de sujeción funciona correctamente.
	Mecanismos de avance	Las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan correctamente
	Husillo de roscar	Fuera de funcionamiento; tuerca de bronce en carro transversal dañada.
	Husillo de cilindrar	Funciona correctamente.

Continuación de la tabla XXVII.

 Pantaleon Concepción S. A.		DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE TORNOS
<b>TORNO No. 4</b> <b>Marca: "GAMET"</b>	Bancada principal	Presenta desgaste avanzado; la exactitud y precisión es mala, genera 1/8" de cono en las piezas; las condiciones de trabajo son malas.
	Cabezal fijo	La mayoría de partes móviles de la parte motriz funcionan correctamente; las palancas de cambio de velocidades se disparan; se presentan fugas de aceite en varios puntos; el estado actual es malo.
	Carro portaútil	Las condiciones de trabajo son malas, presenta mucho desgaste en las guías del avance longitudinal y transversal; la torreta del carro superior está desajustada.
	Cabezal móvil	Deteriorado. El mecanismo de sujeción no funciona correctamente.
	Mecanismos de avance	En mal estado. Se encuentran desajustados por desgaste y son poco precisos.
	Husillo de roscar	Fuera de funcionamiento.
	Husillo de cilindrar	Fuera de funcionamiento.
<b>TORNO No. 6</b> <b>Marca: "SUMIT 36"</b>	Bancada principal	Presenta desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son buenas.
	Cabezal fijo	El husillo gira concéntricamente; caja norton en buen estado; las mordazas del chuck se encuentran deterioradas.
	Carro portaútil	Las condiciones de uso son buenas, el avance transversal y longitudinal funcionan correctamente.
	Cabezal móvil	Trabaja adecuadamente. El husillo se desliza correctamente y el mecanismo de sujeción funciona correctamente.
	Mecanismos de avance	Las condiciones de funcionamiento del movimiento transversal y longitudinal son adecuadas.
	Husillo de roscar	Fuera de funcionamiento.
	Husillo de cilindrar	Fuera de funcionamiento.

Continuación de la tabla XXVII.

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>		<p><b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE TORNOS</b></p>
<p><b>TORNO No. 7</b> Marca: "RIVOL"</p>	Bancada principal	Presenta desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son buenas.
	Cabezal fijo	El husillo gira concéntricamente; caja norton se encuentra en buen estado; retenedor de aceite del lado del chuck en mal estado y hay fuga de aceite
	Carro portaútil	Las condiciones de uso son buenas, el avance transversal y longitudinal funcionan correctamente.
	Cabezal móvil	Trabaja adecuadamente. El husillo se desliza correctamente y el mecanismo de sujeción funciona correctamente.
	Mecanismos de avance	Las condiciones de funcionamiento del movimiento transversal y longitudinal son adecuadas.
	Husillo de roscar	Funciona correctamente.
	Husillo de cilindrar	Funciona correctamente.
<p><b>TORNO No. 8</b> Marca: "PITTSBURGH LATHE"</p>	Bancada principal	Presenta desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son buenas; una cremallera del avance longitudinal del carro móvil fuera de lugar.
	Cabezal fijo	El husillo gira concéntricamente; caja norton se encuentra en buen estado; retenedor de aceite del piñón que conecta con el chuck está en mal estado y hay fuga de aceite; cinco tornillos de las mordazas del chuck se encuentran barridos.
	Carro portaútil	Las condiciones de uso son buenas, el avance transversal y longitudinal funcionan correctamente; los tornillos de sujeción de la torreta del carro superior presentan desgaste y se desajustan frecuentemente.
	Cabezal móvil	Trabaja adecuadamente. El husillo se desliza correctamente y el mecanismo de sujeción funciona correctamente.
	Mecanismos de avance	Las condiciones de funcionamiento del movimiento transversal y longitudinal son adecuadas.
	Husillo de roscar	Funciona correctamente.
	Husillo de cilindrar	Funciona correctamente.

Continuación de la tabla XXVII.

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>		<p><b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE TORNOS</b></p>
<p><b>TORNO No. 9</b> <b>Marca: "ORMASKINER"</b></p>	Bancada principal	Se encuentra deteriorada por desgaste de uso, la condición de trabajo es aceptable.
	Cabezal fijo	El husillo gira concéntricamente; caja norton se encuentra en buen estado; fuga de aceite por retenedores del cabezal.
	Carro portaútil	Las condiciones de uso son buenas, el avance transversal y longitudinal funcionan correctamente.
	Cabezal móvil	Trabaja adecuadamente. El husillo se desliza correctamente y el mecanismo de sujeción funciona correctamente
	Mecanismos de avance	Las condiciones de funcionamiento del movimiento transversal y longitudinal son adecuadas.
	Husillo de roscar	Funciona correctamente.
	Husillo de cilindrar	Funciona correctamente.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII.

**Diagnóstico de la situación actual de los cepillos**

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>		<p><b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CEPILLOS</b></p>
<p>En el siguiente formato completar el diagnóstico llevado a cabo con un análisis mecánico y de inspección visual de los cepillos del taller.</p>		
Equipo	Componente	Diagnóstico
<b>CEPILLO No. 1</b> Marca: "DIAMON"	Torpedo	Se encuentra en óptimas condiciones.
	Manivela del carro vertical	Las condiciones de trabajo son correctas.
	Manivela del movimiento transversal	Las condiciones de trabajo son correctas.
	Transmisión (fajas y poleas)	Se encuentran en buen estado.
	Mesa	Se encuentra en perfecto estado.
<b>EPILLO DE CODO No. 2</b> Marca: "JOHNICK & NORMANS"	Torpedo	Se encuentra en óptimas condiciones, las guías presentan desajuste por desgaste.
	Manivela del carro vertical	Las condiciones de trabajo son aceptables, se encuentra desajustada por desgaste.
	Manivela del movimiento transversal	Se encuentra en buen estado, presenta desajuste por desgaste.
	Transmisión (fajas y poleas)	Se encuentran en buen estado.
	Mesa	Un poco deteriorada por desgaste en las guías de los tornillos de sujeción, pero las condiciones de trabajo son aceptables.
	Otro	El avance automático transversal no funcionan; el embrague del torpedo no funciona.
<b>CEPILLO DE MESA No. 3</b> Marca: "NEW HAVEN MAN F.6' CO"	Torpedo	---
	Manivela del carro vertical	Las condiciones de trabajo son aceptables, se encuentra desajustada por desgaste.
	Manivela del movimiento transversal	Se encuentra en buen estado, presenta desajuste por desgaste.
	Transmisión (fajas y poleas)	Se encuentran en mal estado; los <i>bushing</i> de las poleas y engranajes se encuentran desgastados; las fajas sobrepasaron su vida útil.
	Mesa	Se encuentra deteriorada y desgastada por el uso; las guías presentan ralladuras por la intrusión de virutas metálicas en su desplazamiento; el tope de retorno se encuentra en mal estado.
	Otro	La pieza que propicia el avance automático terminó su vida útil y está a punto de fallar.

Continuación de la tabla XXVIII.

 <b>Pantaleón</b> Concepción S. A.		<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CEPILLOS</b>
<b>CEPILLO DE CODO No. 4</b> Marca: "OHIO"	Torpedo	Se encuentra en condiciones aceptables, las guías presentan desajuste por desgaste.
	Manivela del carro vertical	Las condiciones de trabajo son aceptables, se encuentran desajustadas las guías por desgaste.
	Manivela del movimiento transversal	Se encuentra en buen estado, presenta desgaste en las guías.
	Transmisión (fajas y poleas)	Se encuentran en buen estado; las velocidades no funcionan.
	Mesa	Deteriorada por desgaste; las guías parcialmente quebradas.
	Otro	El avance automático no funciona; el embrague del torpedo no funciona; la bomba de lubricación de las guías y ejes esta desconectada; <i>bushing</i> de biela terminó su vida útil; fugas de aceite en la base.
<b>CEPILLO DE CODO No. 5</b> Marca: "CINCINNATI"	Torpedo	Las condiciones de trabajo son aceptables.
	Manivela del carro vertical	Las condiciones de trabajo son aceptables.
	Manivela del movimiento transversal	Se encuentra en buen estado, presenta desajuste por desgaste en las guías.
	Transmisión (fajas y poleas)	Se encuentran en buen estado.
	Mesa	Un poco deteriorada por desgaste en las guías de los tornillos de sujeción, pero las condiciones de trabajo son aceptables.
	Otro	El avance automático transversal no funciona.

Continuación de la tabla XXVIII.

 <b>Pantaleón</b> Concepción S. A.		<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CEPILLOS</b>
<b>CEPILLO DE CODO No. 6</b> <b>Marca: "GOULO &amp; EBEHARDT"</b>	Torpedo	Se encuentra en condiciones aceptables, las guías presentan desajuste por desgaste.
	Manivela del carro vertical	Las condiciones de trabajo son aceptables, se encuentra desajustada por desgaste en las guías.
	Manivela del movimiento transversal	Se encuentra en buen estado.
	Transmisión (fajas y poleas)	Se encuentran en buen estado.
	Mesa	Las condiciones de trabajo son aceptables.
	Otro	El avance automático transversal no funciona; el embrague del torpedo no funciona; tiene fuga de aceite en las guías del torpedo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Diagnóstico de la situación actual de las fresas

 Pantaleón Concepción S. A.		<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LAS FRESAS</b>	
Equipo	Componente	Diagnóstico	
<b>FRESA No. 1</b> Marca: "MILWAKEE"	Manivelas (transversal, longitudinal y vertical)	Las condiciones de trabajo son las adecuadas.	
	Automático	No funciona.	
	Husillo	Gira en forma concéntrica y se encuentra en aceptables condiciones.	
	Mandril	Se encuentra en buenas condiciones.	
	Mesa	No presenta desgaste considerable, por lo que se considera que está en buenas condiciones.	
<b>FRESA No. 2</b> Marca: "CINNATI"	Manivelas (transversal, longitudinal y vertical)	Las guías se encuentran atoradas por poca utilización, se considera que están en mal estado.	
	Automático	No funciona.	
	Husillo	Se encuentra en condiciones aceptables.	
	Mandril	Se encuentra excéntrico, por lo que se determina que funciona de forma inadecuada.	
	Mesa	No presenta desgaste considerable, por lo que se considera que está en buenas condiciones.	
	Otro	Posee fuga de aceite en la caja del automático.	
<b>FRESA No. 3</b> Marca: "REMAC"	Manivelas (transversal, longitudinal y vertical)	Las condiciones de trabajo son las adecuadas.	
	Automático	Se desconecta al momento de entrar en funcionamiento, se considera que está en mal estado.	
	Husillo	Se encuentra en condiciones aceptables.	
	Mandril	Se encuentra en malas condiciones debido a que por el deterioro se encuentra excéntrico.	
	Mesa	No presenta desgaste considerable, por lo que se considera que está en buenas condiciones.	
	Otro	Dos tornillos barridos y dos cojinetes de cuna del cabezal vertical se encuentran en mal estado; el embrague se encuentra deteriorado y no funciona correctamente.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Diagnóstico de la situación actual de los taladros**

 <b>Pantaleón</b> Concepción S. A.		<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE TALADROS</b>
<p>En el siguiente formato completar el diagnóstico llevado a cabo con un análisis mecánico y de inspección visual de los taladros del taller.</p>		
Equipo	Componente	Diagnóstico
<b>TALADRO No. 1</b> <b>Marca: "PIZZOCHERO"</b>	Tope de profundidad	Se encuentra en condiciones aceptables de trabajo.
	Husillo	Gira concéntricamente y trabaja en condiciones aceptables.
	Mandril	Gira excéntricamente y no sujeta brocas menores a 3/16", se considera que está en mal estado.
	Palanca de avance manual	Trabaja en condiciones aceptables.
	Velocidades	Funciona la mitad de las velocidades a consecuencia que la faja no tiene el tamaño adecuado para conectar todas las relaciones, se considera que no se encuentra en condiciones aceptables.
	Otro	El avance automático no funciona; la prensa de sujeción se encuentra en mal estado.
<b>TALADRO No. 2</b> <b>Marca: "ASQUITHL"</b>	Avance vertical manual	Se encuentra en condiciones aceptables de trabajo.
	Husillo	Gira excéntricamente, no trabaja adecuadamente y está en mal estado.
	Mandril	Gira concéntricamente, se encuentra en buen estado.
	Velocidades	Funciona el 60 % de las velocidades, las velocidades bajas con broca grande las desconecta; se considera que no trabaja adecuadamente.
	Avance horizontal del carro porta-husillo	Se encuentra deteriorado por el uso; las guías están desgastadas y la palanca del freno del carro no funciona.

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1. Diagrama causa-efecto de los problemas de mantenimiento**

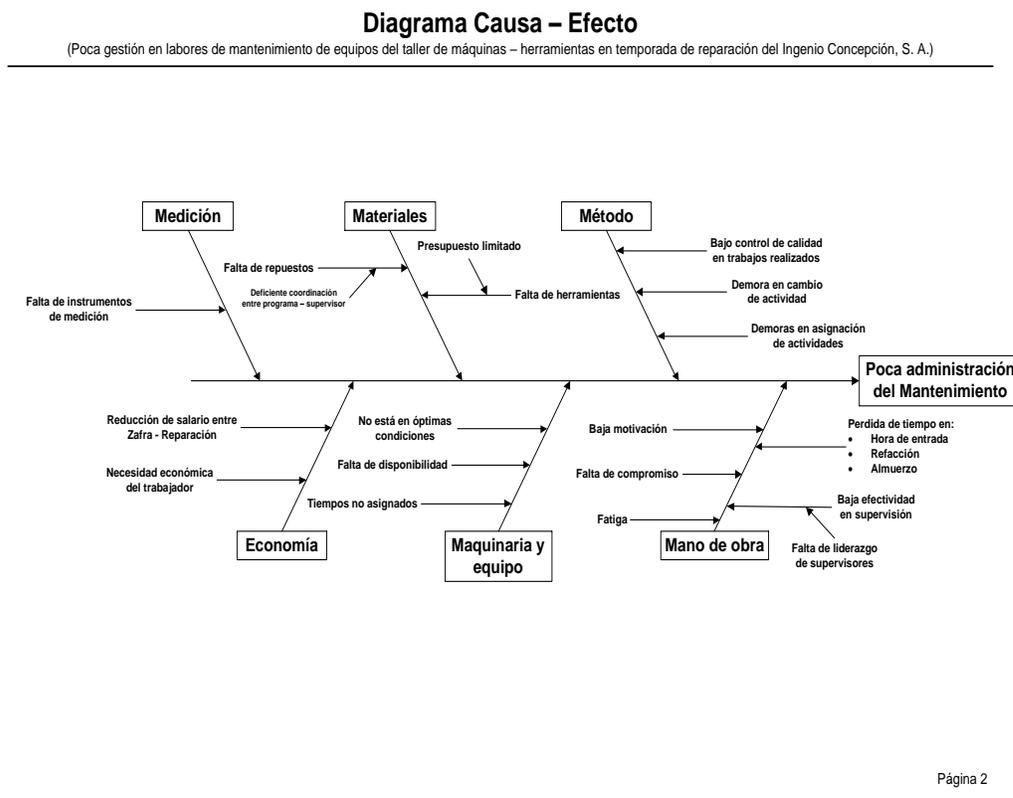
La razón principal de recurrir a la planificación de un mantenimiento correctivo es la falla recurrente de los equipos de trabajo, lo que afecta directamente en el tiempo de entrega de los trabajos, provocando que disminuya la eficiencia del taller y afectando a los departamentos a los que se les presta el servicio.

La falla de los equipos se le puede atribuir a las siguientes causas:

- Operadores: desconocimiento de la importancia del mantenimiento de los equipos, además del uso inadecuado de los mismos, ya sea por la falta de experiencia o por la mala actitud que en algún momento puedan tener.
- Máquinas-herramientas: antigüedad del equipo.
- Administración: mala planificación y control de la programación de mantenimiento por parte de la jefatura del taller, que es la responsable de planificar y controlar actividades para mantener la eficiencia en la prestación del servicio.
- Plan de mantenimiento: uno inadecuado se verá evidenciado al momento que en el equipo falle. Para lograr una alta eficiencia en la utilización de los equipos, es necesario realizar trabajos de preservación, dichos trabajos deben definirse en un plan para no recurrir a un mantenimiento de emergencia.

En la figura 30 se presenta el diagrama causa-efecto de los principales problemas identificados en el taller.

Figura 30. **Análisis causa-efecto de los principales problemas del taller máquinas-herramientas**



Fuente: elaboración propia.

Cabe resaltar que la información presentada anteriormente se obtuvo luego de realizar entrevistas no estructuradas al supervisor y jefe de taller.

A continuación se muestra el análisis de los cinco porqués para determinar la causa raíz.

Figura 31. **Análisis de cinco porqués de los principales problemas del taller de máquinas-herramientas**

ANÁLISIS 5 POR QUÉS								
P/R	CAUSAS POTENCIALES	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No
Pregunta	Falta de instrumentos de medición	si	¿Por qué les hace falta los instrumentos de medición?	si	¿Por qué no se presupuesta?	no		
Respuesta			Porque no se presupuesta		Porque no se había visto la necesidad			
Pregunta	Falta de repuestos	si	¿Por qué hay falta de repuestos?	si	¿Por qué no hay planificación?	si	¿Por qué no se le ha dado la importancia al mantenimiento de equipos?	no
Respuesta			Porque hay falta de planificación		Porque no se le ha dado la importancia al mantenimiento para preservación de equipos		Porque hasta el momento ha sido un enfoque de producción	
Pregunta	Demoras en asignación de tareas	si	¿Por qué hay demoras en asignación de tareas?	si	¿Por qué no hay una metodología de planificación?	no		
Respuesta			Porque no hay una metodología para planificación de tareas		Porque no se han generado los controles y procedimientos para ejecutar las tareas			
Pregunta	Pérdida de tiempo en horas de comida	si	¿Por qué hay pérdida de tiempo en horas de comida?	si	¿Por qué no se controla la entrada y salida?	si	¿Por qué no hay controles?	no
Respuesta			Porque no se controla la entrada y salida		Porque no hay controles		Por la falta de planificación de tareas no hay tiempos establecidos	

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de causa raíz que se mostró en la figura anterior, se determinó que la mala administración del taller se debe a que no existen metodologías estandarizadas de trabajo.

### **3.1.2. Maquinaria y equipo**

En el taller de máquinas-herramientas están ubicados todos los equipos necesarios para maquinar y hacer repuestos de los equipos críticos y repuestos consumibles de los equipos que están sometidos a gran esfuerzo mecánico que desgasta partes del mecanismo y hay que reponerlas constantemente.

Los equipos utilizados para la operación del taller de máquinas-herramientas son los siguientes:

- Siete tornos
- Seis cepillos
- Tres fresas
- Dos taladros
- Una sierra
- Una prensa hidráulica
- Dos esmeriles

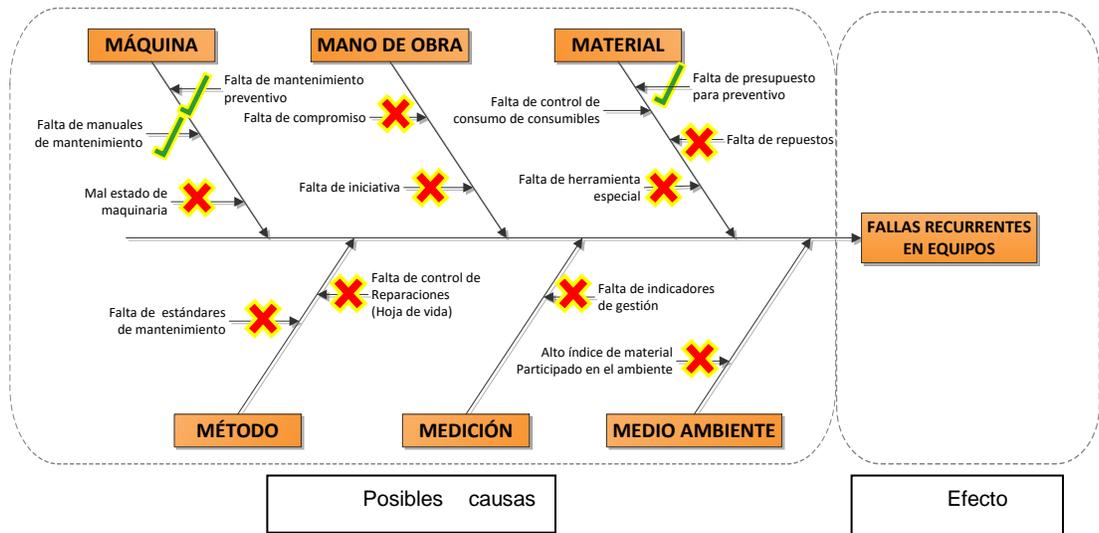
El taller, actualmente no cuenta con algún programa de mantenimiento preventivo, y por lo tanto pretende concientizar a los colaboradores, supervisor y jefe del taller de la importancia de implementarle en sus equipos para aumentar la eficiencia del taller.

### **3.1.3. Mantenimiento de maquinaria y equipo**

En la actualidad se lleva a cabo únicamente el mantenimiento correctivo, por esta razón la mayoría de los equipos no están en buen estado para poder realizar el trabajo asignado de la forma más productiva posible. Se ha

determinado que existen fallas recurrentes en los equipos, por lo que se realizará el siguiente análisis de causa para determinar las causas potenciales.

Figura 32. **Análisis de causa–efecto de fallas recurrentes en equipos**



Fuente: elaboración propia.

Los costos de mantenimiento en el taller son altos. En la actualidad no se lleva un control del presupuesto, por lo que todo se presenta como un costo oculto o no controlado.

A continuación se muestra el análisis de los cinco porques para determinar la causa raíz de las fallas recurrentes en el taller de máquinas-herramientas.

Figura 33. **Análisis de cinco porques de las fallas recurrentes en el taller de máquinas-herramientas**

ANÁLISIS 5 POR QUÉS								
P/R	CAUSAS POTENCIALES	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No
Pregunta	Falta de manuales de mantenimiento	si	¿Por qué faltan los manuales de mantenimiento?	si	¿Por qué no se han documentado las actividades a llevar a cabo?	no		
Respuesta			Porque no se han documentado las actividades a llevar a cabo en el mantenimiento		Porque no se tienen los manuales originales de cada equipo			
Pregunta	Falta de mantenimiento preventivo	si	¿Por qué falta el mantenimiento preventivo de los equipos?	si	¿Por qué no se ha realizado un plan de mantenimiento preventivo?	si	¿Por qué no se han documentado las actividades a llevar a cabo?	no
Respuesta			Porque no se ha realizado un plan de mantenimiento preventivo		Porque no se han documentado las actividades a llevar a cabo		Porque se tiene la guía del manual de mantenimiento	
Pregunta	Falta de presupuesto para mantenimiento	si	¿Por qué falta presupuesto para mantenimiento?	si	¿Por qué no se tiene un enfoque en preservación de equipos?	no		
Respuesta			Porque no se ha tenido un enfoque de preservación de los equipos		Porque el enfoque actual es de fabricación			

Fuente: elaboración propia.

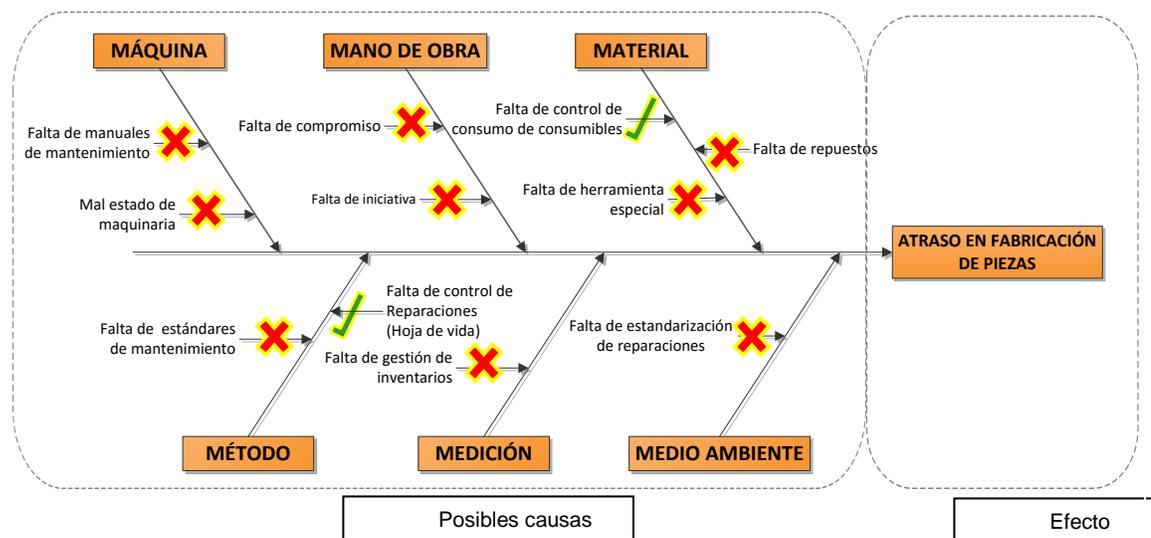
El análisis de causa-raíz de la figura 33 determinó que, por falta de manuales y procedimiento no se ha ejecutado el mantenimiento preventivo en la operación diaria de los equipos, que en su gran mayoría son de precisión, se ha generado desgaste en los componentes, los cuales son parte de los movimientos de los equipos, por lo que han bajado su confiabilidad y disponibilidad, también han perdido exactitud y precisión que es algo que caracteriza los equipos del taller de máquinas-herramientas.

### 3.1.4. **Controles y registros del mantenimiento**

El mantenimiento de los equipos del taller actualmente se lleva a cabo agotando la vida útil de las piezas provocando así altos costos que se pueden clasificar en costos de reparación y falta de disponibilidad.

Para realizar un análisis de causa de falta de repuestos consumibles a continuación se hará un Ishikawa para determinar en los aspectos que hay que enfocarse. Para realizar este análisis se llevó a cabo una lluvia de ideas y posteriormente su clasificación con el apoyo del supervisor y del jefe de mantenimiento.

Figura 34. **Análisis de causa–efecto de atraso en fabricación de piezas**



Fuente: elaboración propia.

El control del mantenimiento en el taller no se ha sistematizado y tampoco se lleva ningún registro que pueda servir para poder tener un histórico de fallas y tampoco un control de repuestos consumibles.

A continuación se muestra el análisis de los cinco porqués para determinar la causa raíz del atraso en la fabricación de piezas.

Figura 35. **Análisis de cinco porques de las fallas recurrentes en el taller de máquinas-herramientas**

ANÁLISIS 5 POR QUÉS								
P/R	CAUSAS POTENCIALES	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No	POR QUÉ?	Sí/ No
Pregunta	Falta de control de consumo de herramientas consumibles	si	¿Por qué falta control de consumo de herramientas consumibles?	si	¿Por qué no se tiene un lugar para almacenaje?	no		
Respuesta			Porque no se tiene un lugar específico para almacenar las herramientas		Porque no se han clasificado los tipos de herramientas			
Pregunta	Falta de control de reparaciones	si	¿Por qué no se tiene control de reparaciones?	si	¿Por qué no se tiene el formato para llevar el seguimiento de mantenimientos?	si	¿Por qué no hay hoja de vida de los equipos?	no
Respuesta			Porque no se tiene los formatos para llevar seguimiento		Porque no hay un archivo en el que se pueda llevar la hoja de vida de los equipos		Porque no se tiene un plan de mantenimiento	

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de causa-raíz de la figura 35 se determinó que en los repuestos consumibles de los tornos y cepillos no se puede llevar un control de consumo y vida útil, si no se tiene un plan de mantenimiento y una planificación de la fabricación de piezas.

### 3.2. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo

Se define el mantenimiento preventivo cómo: el conocimiento sistemático del estado de la maquinaria y equipo, para la planeación y programación de las actividades que eliminarán los desperfectos que provocan paros imprevistos, considerando que los paros necesarios para esta acción, tengan la menor influencia posible sobre la producción. Se sabe que al ocurrir un desperfecto, siempre tenemos que aplicar el mantenimiento correctivo.

La propuesta del plan de mantenimiento preventivo busca prolongar la vida útil de las máquinas y proporcionar un mejor trabajo manteniendo las condiciones de trabajo como generalmente se recomienda.

Asimismo se busca minimizar la probabilidad de fallas, por medio de la aplicación constante de un nivel determinado de mantenimiento para prevenirlas.

Este tipo de mantenimiento comprende las actividades que se desarrollan para detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto, antes de que falle algún equipo o instalación, sin interrumpir su operación.

El objetivo principal del mantenimiento preventivo propuesto es lograr hacer al operario la persona que le de mantenimiento a su equipo de forma autónoma, con esto se creará mayor responsabilidad y el sentimiento de pertenencia: que el mismo será el responsable del correcto funcionamiento.

Para la correcta aplicación y seguimiento del plan de mantenimiento es obligatorio para todas las estaciones de servicio elaborar el registro de inspección.

Se pueden mencionar unas de las ventajas y beneficios que presenta la aplicación del mantenimiento preventivo:

- Mayor grado de confiabilidad: mejores condiciones de operación y seguridad, pues se conoce mejor el estado físico y condición de funcionamiento de los elementos.

- Prolongación de la vida útil de la maquinaria y equipos: sometidos a mantenimiento preventivo, es mucho más larga que sometida al mantenimiento correctivo.
- Reducción de existencias en el almacén: se puede reducir la inversión de existencia de repuestos, pues se determinan en forma precisa las necesidades de utilización de distintos materiales.
- Disminución de tiempo muerto: debido a la programación de reparaciones, el tiempo que los equipos permanecen fuera de servicio es mucho menor que en el aplicación del mantenimiento reparativo.
- Uniformidad de la carga de trabajo: en el sistema de mantenimiento preventivo, la carga de trabajo del personal de mantenimiento es más uniforme que en el sistema de mantenimiento correctivo, por lo que con la misma cantidad de personas se puede prestar mayor número de servicios.
- Costos de reparación: los costos totales de reparación son menores, pues se evitan al máximo los costos indirectos debidos a imprevistos, aun cuando los requerimientos presupuestados sean mayores.

El desarrollo del mantenimiento preventivo: se realiza a través de las siguientes actividades básicas: visitas, inspecciones, lubricación y limpieza.

- Visitas: son fundamentales para el mantenimiento preventivo porque permiten llegar al equipo y poder corroborar su estado de operación.

- Inspecciones: se ejecutan luego de la visita y estas se encargan de verificar el estado de partes específicas o puntos críticos de operación, al asegurarse del estado de funcionamiento se pueden tomar acciones preventivas o correctivas según se requiera.
- Lubricación: no es más que la aplicación periódica de aceites y grasas, para evitar las fallas provocadas por el desgaste prematuro de las piezas, debido a la fricción.

Es un punto fundamental en el mantenimiento preventivo, pues con una adecuada lubricación, se puede obtener muy buenos beneficios, por ejemplo:

- Prolongación de la vida útil de maquinaria y equipo
- Reducción de costos de mantenimiento
- Reducción de paros imprevistos
- Limpieza de maquinaria: es muy importante para la aplicación del mantenimiento preventivo, pues permite detectar fácilmente las averías en el equipo y facilita así mismo el trabajo del personal de mantenimiento.

### **3.2.1. Maquinaria y equipo**

El taller de máquinas-herramientas está compuesto por varios equipos que permiten elaborar todo tipo de repuestos que se requieran para reparar las máquinas que operan en el proceso de producción de azúcar.

Los equipos principales en la operación del taller son: tornos, cepillos, fresadoras y taladros, estos son los principales a lo que se les diseñó un plan de mantenimiento preventivo.

A continuación se plantean puntos importantes, a tomar en consideración, para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo propuesto en el inciso 3.2.2.

- Tornos: los componentes que se van a analizar son la bancada principal, cabezal fijo, carro superior, carro transversal, carro principal, cabezal móvil, mecanismos de avance, husillo de roscar, husillo de cilindrar y motor eléctrico; a estos se les hará limpieza, inspección y lubricación según aplique.
- Cepillos de codo, los componentes a analizar son: el brazo de ariete, mesa, porta herramienta, manivelas, mecanismos de transmisión y motor eléctrico; a estos se les hará limpieza, inspección y lubricación según aplique.
- Cepillo de mesa, los componentes a analizar son: el avance de la mesa, mesa, porta herramientas, manivelas, mecanismos de transmisión y motor eléctrico; a estos se les hará limpieza, inspección y lubricación según aplique.
- Fresas, los componentes a analizar son: brazo tipo ariete, columna, usillo porta herramienta, mandril, mesa, manivelas y palancas, mecanismos de transmisión y motor eléctrico; estos se les hará limpieza, inspección y lubricación según aplique.

- Taladro: los componentes a analizar son el carro de taladrar, brazo tipo ariete, columna, usillo porta herramienta, mandril, manivelas y palancas, mesa, caja de transmisión y motor eléctrico; a estos se les hará limpieza, inspección y lubricación según aplique.

### **3.2.1.1. Inventario de equipos**

El inventario de equipos sirve para identificar cada equipo con un código único que tiene como objetivo llevar el historial de mantenimientos y modificaciones realizadas a un equipo.

Para entrar en detalle acerca de los equipos utilizados, se hará un inventario de maquinaria en general que servirá para establecer la ruta de mantenimiento.

En el apéndice 1 se encuentran las hojas de vida o fichas técnicas de cada uno de los equipos de manera más detallada, con especificaciones técnicas y fotografías.

A continuación se listan los equipos por los que está compuesto el taller de máquinas-herramientas:

Tabla XXXI. **Inventario equipos taller maquinas-herramientas**

<b>INVENTARIO DE EQUIPO</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código de máquina</b>	<b>Marca</b>
<b>TORNO</b>			
7	Horizontal	T-1	PENCOYD
	Horizontal	T-3	BINNS & BERRY BROS
	Horizontal	T-4	GAMET
	Horizontal	T-6	SUNMIT 36"
	Horizontal	T-7	RIVOL
	Horizontal	T-8	PITTSBURGH LATHE
	Horizontal	T-9	ORNMASKINER
<b>CEPILLO</b>			
6	Codo	C-1	DIAMON
	Codo	C-2	JOCHNICK & NORMANS
	Mesa	C-3	NEW HAVEN MAN F.6' CO
	Codo	C-4	JOCHNICK & NORMANS
	Codo	C-5	CINCINNATI
	Codo	C-6	GOULO & EBERHARDT
<b>TALADRO</b>			
2	Pedestal	B-1	PIZZOCHERO
	Radial	B-2	ASQUITHL
<b>FRESA</b>			
3	Fresa	F-1	MILWAKEE
	Fresa	F-2	CINCINNATI
	Fresa	F-3	REMAC

Fuente: elaboración propia.

El taller de máquinas – herramientas cuenta con un total de 18 equipos.

### **3.2.1.2. Ubicación de equipos**

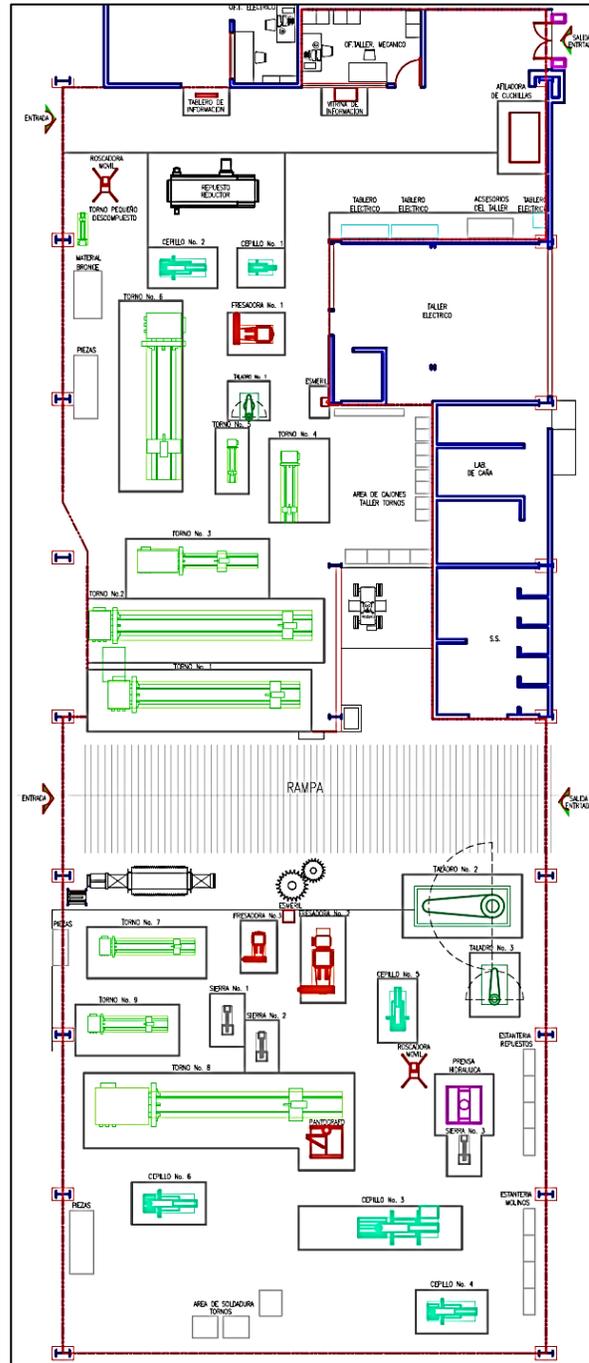
Está determinada por la prioridad de los trabajos a realizar en función del tamaño y peso de las piezas a maquinar.

La correcta ubicación de la maquinaria y equipos determina en alto grado la eficiencia de la operación en el taller de máquinas-herramientas, ya que afecta al tiempo y a la longitud de los desplazamientos de materiales, equipos de transporte y operarios.

Los tornos en los que se maquinan las masas de los molinos, están ubicados cerca de la rampa de entrada, debido al peso (hasta de 20 toneladas) y tamaño de cada una, esta ubicación se definió por el riesgo potencial que existe al elevarlas con la grúa puente para colocarla en el torno.

A continuación, en la figura 36 se presenta una vista en planta de los equipos del taller máquinas-herramientas.

Figura 36. Vista en planta del taller máquinas-herramientas



Fuente: Ingenio Concepción.

Para esta distribución de maquinaria y equipos se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Tamaño de la máquina y cantidad de equipos que comprende el taller.
- Los espacios requeridos para almacenamiento y manejo de materiales.
- Los espacios requeridos por razones de seguridad industrial.
- Las previsiones del espacio requerido para ampliaciones futuras en la capacidad de trabajos del taller.
- Número de operarios en cada estación de trabajo.
- La posibilidad de incorporación de innovaciones técnicas.

#### **3.2.1.3. Formato de ficha técnica**

En este formato se detalla la información más importante de cada uno de los equipos del taller máquinas-herramientas, tales como especificaciones técnicas, datos del motor eléctrico y fotografías.

Figura 37. Formato base de información técnica de los equipos

	<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>																																										
	Actualización 01: 18/10/2013	CÓDIGO: xxxxxx	Página: 1 de																																								
PROCESO: Mantenimiento	ÁREA: Taller de Máquinas - Herramientas																																										
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>		<b>CÓDIGO DE MÁQUINA:</b>	<b>MARCA:</b>																																								
Cuenta con manual:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Ubicación del manual: ...																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b></td></tr> <tr><td>Volteo sobre bancada:</td><td></td></tr> <tr><td>Volteo sobre carro:</td><td></td></tr> <tr><td>Laigo de bancada:</td><td></td></tr> <tr><td>Distancia entre puntos:</td><td></td></tr> <tr><td>Shock diametro:</td><td></td></tr> <tr><td>Accesorios (mordazas):</td><td></td></tr> <tr><td>N.º De velocidades:</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad Máxima (rpm):</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad Mínima (rpm):</td><td></td></tr> <tr><td>Area Ocupada (LxW):</td><td></td></tr> </table>		<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		Volteo sobre bancada:		Volteo sobre carro:		Laigo de bancada:		Distancia entre puntos:		Shock diametro:		Accesorios (mordazas):		N.º De velocidades:		Velocidad Máxima (rpm):		Velocidad Mínima (rpm):		Area Ocupada (LxW):		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>MOTOR ELÉCTRICO</b></td></tr> <tr><td>Motor Eléctrico N.º:</td><td></td></tr> <tr><td>Marca:</td><td></td></tr> <tr><td>Frame:</td><td></td></tr> <tr><td>RPM:</td><td></td></tr> <tr><td>Potencia (HP):</td><td></td></tr> <tr><td>Amperaje:</td><td></td></tr> <tr><td>Voltaje:</td><td></td></tr> <tr><td>Factor Servicio:</td><td></td></tr> </table>		<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>		Motor Eléctrico N.º:		Marca:		Frame:		RPM:		Potencia (HP):		Amperaje:		Voltaje:		Factor Servicio:	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>																																											
Volteo sobre bancada:																																											
Volteo sobre carro:																																											
Laigo de bancada:																																											
Distancia entre puntos:																																											
Shock diametro:																																											
Accesorios (mordazas):																																											
N.º De velocidades:																																											
Velocidad Máxima (rpm):																																											
Velocidad Mínima (rpm):																																											
Area Ocupada (LxW):																																											
<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>																																											
Motor Eléctrico N.º:																																											
Marca:																																											
Frame:																																											
RPM:																																											
Potencia (HP):																																											
Amperaje:																																											
Voltaje:																																											
Factor Servicio:																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>FOTOGRAFIA DEL EQUIPO</b></td></tr> <tr><td colspan="2" style="height: 100px;"></td></tr> </table>		<b>FOTOGRAFIA DEL EQUIPO</b>				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES</b></td></tr> <tr><td colspan="2" style="height: 100px;"></td></tr> </table>		<b>OBSERVACIONES</b>																																			
<b>FOTOGRAFIA DEL EQUIPO</b>																																											
<b>OBSERVACIONES</b>																																											

Fuente: elaboración propia.

Estos formatos se diseñaron con el fin de tener la información detallada de cada equipo, para poder planificar de mejor manera el mantenimiento de cada equipo.

#### 3.2.1.4. Prolongación de vida útil de los equipos

Según el diagnóstico de estado de los componentes de las máquinas del taller se determinó que no llegan a cumplir el tiempo de vida útil de diseño de las piezas, determinado por el fabricante, por lo que se propone implementar el programa de mantenimiento preventivo, para cerrar la brecha actual de tiempo de vida útil de las piezas.

La prolongación y cumplimiento de la vida útil de los equipos se logra implementando acciones preventivas que permitan mantener las condiciones de operación adecuadas con exactitud y precisión. El mantenimiento preventivo que se diseñó para los equipos del taller de máquinas-herramientas se fundamenta en tres actividades principales: limpieza, lubricación y desengrase.

- Limpieza de los equipos: las partes altas o las áreas de difícil acceso para labores de limpieza en el equipo del taller, ocasiona que se acumule ceniza, polvo y bagasillo, arrastrados por el aire, debido a que la mayoría de la maquinaria está ubicada a la par de los molinos.

Los trabajos de limpieza de los equipos del taller están relacionados con la demanda de uso del equipo.

Una limpieza eficaz del equipo dependerá de las condiciones físicas y del mantenimiento correctivo y preventivo que haya recibido el equipo y la maquinaria.

Para la programación de limpieza, generalmente se utiliza como herramientas una brocha y como insumos *wipe* y aire comprimido.

Figura 38. Procedimiento de limpieza

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE MÁQUINAS DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###

**1. OBJETO**

Describir los pasos a seguir para efectuar una limpieza eficaz en las máquinas del taller de máquinas – herramientas.

**2. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A**

- Limpieza: es la acción de remover cualquier fuente de suciedad.

**3. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Peligros asociados a la tarea</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonómico</li> <li>- Físico</li> <li>- Eléctrico</li> </ul> </li> <li>• <b>Equipo de protección personal (EPP)</b> Debe usar en todo momento:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco</li> <li>- Lentes</li> <li>- Tapones auditivos</li> <li>- Calzado industrial</li> </ul> </li> </ul>
--

**4. CONDICIONES GENERALES**

Mecánico: es el responsable de efectuar la limpieza con las frecuencias establecidas en el plan de mantenimiento preventivo.  
Encargado M-H: es el responsable de entregar el plan de mantenimiento preventivo a cada mecánico.

**5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

**5.1 Equipo y máquinas herramientas:**  
El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.

- Tornos
- Cepillos
- Taladros
- Fresas

<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Industrial
------------------------------	--	--

Continuación de la figura 38.

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE ÓRDENES DE TRABAJO DEL TALLER MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>5.2 Actividades:</b></p> <p>Para efectuar el desengrase eficazmente hay que tomar en cuenta los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Analizar el plan de mantenimiento preventivo de la máquina</li> <li>Verificar las actividades de limpieza que se encuentran en el plan.</li> <li>Identificar los componentes a los que está asignada la limpieza.</li> <li>Verificar la frecuencia con la que hay que limpiar los componentes.</li> <li>Para limpiar es necesario utilizar <i>wipe</i>, aire comprimido y brocha.</li> <li>Reportar en la hoja de vida cualquier fuente de contaminación frecuente que pueda afectar la operación de la máquina.</li> </ol> <p><b>5.3 Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergonómicos: La creación de solicitudes de trabajo por ser un trabajo administrativo hay que tener en cuenta de mantener una postura correcta.</li> <li>Físicos: Sí no se bloquea y etiqueta la máquina se está expuesto a atrapamiento de piezas móviles.</li> <li>Eléctrico: Sí existe algún mal contacto en el equipo se puede sufrir de electrocución.</li> </ul> <p><b>6. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p> <p><b>7. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Plan de mantenimiento preventivo.</li> <li>Hoja de vida de tornos.</li> <li>Hoja de vida de fresas.</li> <li>Hoja de vida de taladros.</li> <li>Hoja de vida de cepillos.</li> </ol> <p><b>8. ANEXOS N/A</b></p>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Industrial

Fuente: elaboración propia.

- Lubricación: es un tema fundamental en el mantenimiento preventivo, debido a que permite proteger las piezas que están en contacto directo, al momento en que el equipo está en uso, lo que aumenta la vida útil de las piezas.

Para mantener un equipo con la lubricación necesaria, es recomendable como primer paso, localizar el manual del fabricante donde especifica los puntos de lubricación, el tipo de lubricante y la frecuencia con la que se debe hacer, como información adjunta en el manual se encuentran procedimientos de limpieza de las boquillas de lubricación.

En el caso de los equipos del taller de máquinas-herramientas, no se localizó ningún manual de los equipos seleccionados debido a su antigüedad y las administraciones anteriores, que no se preocuparon por mantener en buen estado los equipos del taller.

Para la programación de la lubricación, generalmente se utiliza como herramienta una aceitera y como insumo aceite Spartan 220 y grasa.

Figura 39. Procedimiento de lubricación

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE LUBRICACIÓN DE MÁQUINAS DEL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b></p>		
	<p>Actualización 0</p>	<p>###</p>	
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>Describir los pasos para realizar efectivamente la lubricación en las máquinas del taller de máquinas – herramientas.</p>			
<p><b>2. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lubricación: es la acción de emplear un lubricante en piezas mecánicas para reducir el rozamiento entre las mimas.</li> </ul>			
<p><b>3. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL</b></p> <table border="1"> <tr> <td> <p><b>Peligros asociados a la tarea</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergonómico</li> <li>Físico</li> <li>Eléctrico</li> </ul> <p><b>• Equipo de protección personal (EPP)</b> Debe usar en todo momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Casco</li> <li>Lentes</li> <li>Tapones auditivos</li> <li>Calzado industrial</li> </ul> </td> </tr> </table>			<p><b>Peligros asociados a la tarea</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergonómico</li> <li>Físico</li> <li>Eléctrico</li> </ul> <p><b>• Equipo de protección personal (EPP)</b> Debe usar en todo momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Casco</li> <li>Lentes</li> <li>Tapones auditivos</li> <li>Calzado industrial</li> </ul>
<p><b>Peligros asociados a la tarea</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergonómico</li> <li>Físico</li> <li>Eléctrico</li> </ul> <p><b>• Equipo de protección personal (EPP)</b> Debe usar en todo momento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Casco</li> <li>Lentes</li> <li>Tapones auditivos</li> <li>Calzado industrial</li> </ul>			
<p><b>4. CONDICIONES GENERALES</b></p> <p>Mecánico: es el responsable de efectuar las rutas de lubricación con las frecuencias establecidas en el plan de mantenimiento preventivo. Encargado M-H: es el responsable de entregar el plan de mantenimiento preventivo a cada mecánico.</p>			
<p><b>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b></p> <p><b>5.1 Equipo y maquinas herramientas:</b> El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tornos</li> <li>b) Cepillos</li> <li>c) Taladros</li> <li>d) Fresas</li> </ul>			
<p><b>Elaborado por:</b> EPS</p>	<p><b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento</p>	<p><b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica</p>	

Continuación de la figura 39.

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE LUBRICACIÓN DE MÁQUINAS DEL TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>5.2 Actividades:</b></p> <p>Para efectuar la lubricación eficazmente hay que tener en cuenta los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Analizar el plan de mantenimiento preventivo de la máquina</li> <li>Verificar las actividades de lubricación que se encuentran en el plan.</li> <li>Identificar los puntos de lubricación de la máquina descritos en el plan.</li> <li>Verificar la frecuencia con la que hay que aplicar lubricación.</li> <li>Verificar el tipo de lubricante a utilizar.</li> <li>Registrar en la hoja de vida del equipo la cantidad de lubricante utilizado.</li> </ol> <p><b>5.3 Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergonómicos: La creación de solicitudes de trabajo por ser un trabajo administrativo hay que tener en cuenta de mantener una postura correcta.</li> <li>Físicos: Sí no se bloquea y etiqueta la máquina se está expuesto a atrapamiento de piezas móviles.</li> <li>Eléctrico: Sí existe algún mal contacto en el equipo se puede sufrir de electrocución.</li> </ul> <p><b>9. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p> <p><b>10. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Plan de mantenimiento preventivo.</li> <li>Hoja de vida de tornos.</li> <li>Hoja de vida de fresas.</li> <li>Hoja de vida de taladros.</li> <li>Hoja de vida de cepillos.</li> </ol> <p><b>11. ANEXOS N/A</b></p>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Fuente: elaboración propia.

- Desengrase: es parte importante para que la lubricación sea lo más eficiente posible y cumpla con los requerimientos establecidos. Parte del desengrase es quitar la grasa que se queda en las puntas, de tal forma que al momento de inyectar nueva grasa, no se vaya la grasa antigua

con partículas extrañas a los rodamientos o mecanismos internos, que puedan perjudicar la vida útil del mismo.

Para la programación de desengrase, generalmente se utiliza como herramientas una piseta y como insumo querosina.

Figura 40. Procedimiento de desengrase

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE DESENGRASE DE MÁQUINAS DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<b>1. OBJETO</b> Describir los pasos para llevar a cabo un desengrase eficaz de las máquinas del taller de máquinas – herramientas.		
<b>2. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desengrase: es la acción de remover cualquier exceso de lubricante o remover lubricante que perdió sus propiedades o se contaminó.</li> <li>• Piseta: herramienta utiliza para aplicar querosina.</li> <li>• Querosina: sustancia química que en la limpieza mecánica se utiliza como disolvente.</li> </ul>		
<b>3. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Peligros asociados a la tarea</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonómico</li> <li>- Físico</li> <li>- Eléctrico</li> </ul> </li> <li>• <b>Equipo de protección personal (EPP)</b>                      Debe usar en todo momento:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco</li> <li>- Lentes</li> <li>- Tapones auditivos</li> <li>- Calzado industrial</li> </ul> </li> </ul>		
<b>4. CONDICIONES GENERALES</b>  Mecánico: es el responsable de efectuar las rutas de desengrase con las frecuencias establecidas en el plan de mantenimiento preventivo. Encargado M-H: es el responsable de entregar el plan de mantenimiento preventivo a cada mecánico.		
<b>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b>  <b>5.1 Equipo y maquinas herramientas:</b> El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado. <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Tornos</li> <li>b) Cepillos</li> <li>c) Taladros</li> </ol>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Continuación de la figura 40.

 <p>Pantaleón</p> <p>Concepción S. A.</p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE DESENGRASE DE MÁQUINAS DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b></p>	
	<p>Actualización 0</p>	<p>###</p>
<p>d) Fresas</p> <p><b>5.2 Actividades:</b></p> <p>Para efectuar el desengrase eficazmente hay que tomar en cuenta los siguientes pasos:</p> <p>a) Analizar el plan de mantenimiento preventivo de la máquina  b) Verificar las actividades de desengrase que se encuentran en el plan.  c) Identificar los componentes a los que está asignado el desengrase.  d) Verificar la frecuencia con la que hay que desengrasar los componentes.  e) Utilizar piseta con querosina para desengrasar.  f) Reportar en la hoja de vida cualquier identificación de fuga de lubricante.</p> <p><b>5.3 Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonómicos: la creación de solicitudes de trabajo por ser un trabajo administrativo hay que tener en cuenta de mantener una postura correcta.</li> <li>• Físicos: sí no se bloquea y etiqueta la máquina se está expuesto a atrapamiento de piezas móviles.</li> <li>• Eléctrico: Sí existe algún mal contacto en el equipo se puede sufrir de electrocución.</li> </ul> <p><b>6. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p> <p><b>7. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <p>a) Plan de mantenimiento preventivo.  b) Hoja de vida de tornos.  c) Hoja de vida de fresas.  d) Hoja de vida de taladros.  e) Hoja de vida de cepillos.</p> <p><b>8. ANEXOS N/A</b></p>		
<p><b>Elaborado por:</b> EPS</p>	<p><b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento</p>	<p><b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica</p>

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.5. Recurso humano

Se propone que todo el personal del taller sea capacitado y certificado en CAP (capacitación de aptitud profesional), con orientación a mecánico de máquinas-herramientas o soldador, según sea la necesidad.

Se propone hacer una redistribución de las categorías del personal en el taller, esto con el fin de que el plan de carrera de los colaboradores sea más claro. También se incluyen dos ayudantes que apoyarían en realizar las actividades que no agreguen valor a las piezas, considerando que tengan el CAP para que puedan optar a una plaza de mecánico.

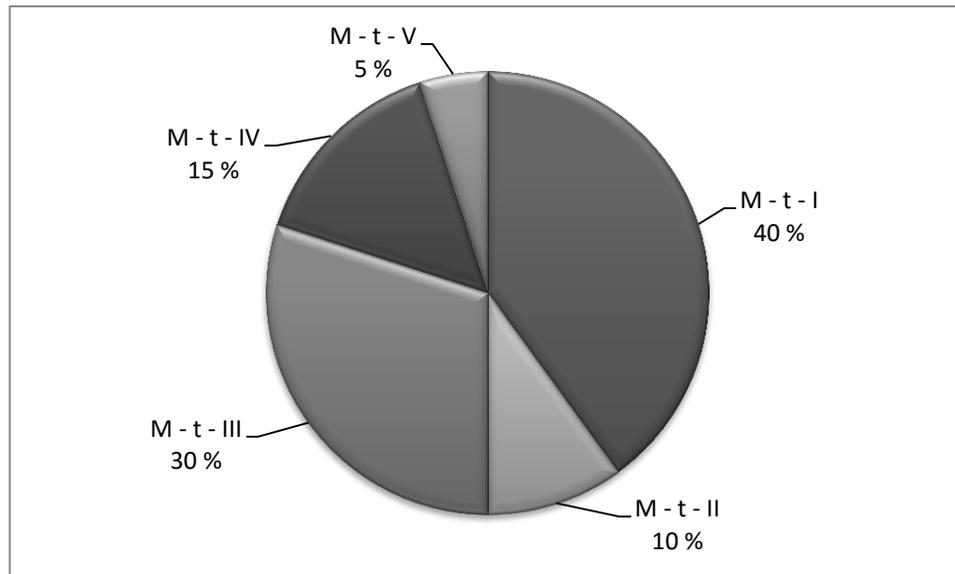
En el taller se encuentran siete categorías, las cuales se propone una distribución de la siguiente tabla:

Tabla XXXII. **Matriz de puestos del taller**

Descripción del puesto	Cantidad propuesta	Proporción (porcentaje)
Ayudante I	0	-
Ayudante II	2	10
M-t I	5	25
M-t II	5	25
M-t III	4	20
M-t IV	3	15
M-t V	1	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Distribución porcentual de las categorías de puestos del taller**



Fuente: elaboración propia.

La figura 41 es la distribución porcentual por categoría de puestos de los mecánicos torneros, donde se puede ubicar que la mayor cantidad de mecánicos son los de categoría I y III, dato que facilitará las programaciones de las tareas.

### **3.2.2. Mantenimiento preventivo**

Es un tipo de mantenimiento que está diseñado para preservar las condiciones de diseño y estado original del equipo, de tal manera que los costos de mantenimiento preventivo sean mayores a los costos del correctivo y por ende el costo total de mantenimiento se mantenga en un rango aceptable.

### 3.2.2.1. Ficha técnica de los equipos

Es un documento propuesto para describir las características detalladas de cada máquina. Los contenidos de la ficha técnica se dividieron en cuatro áreas:

- Especificaciones técnicas: en este punto se consolida la información de capacidades, velocidades, especificaciones de componentes y área ocupada.
- Motor eléctrico: tiene las características del motor para tener la referencia del tipo de motor y tener repuestos en *stock* para reemplazar.
- Fotografías de la máquina: se utilizan para relacionar las descripciones al equipo y no exista confusión.
- Observaciones: tienen como fin crear un espacio para detallar modificaciones relevantes que se le vayan haciendo al equipo a lo largo del tiempo.



Figura 43. Ficha técnica cepillo (C-1) marca: Damon

 <b>Pantaleon</b> <small>Pantaleon S.A. Comercio S.A.</small>		<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>			
Actualización Ot:	18/10/2013	CÓDIGO:	xxxxxx	Página:	1 de
PROCESO:	Mantenimiento	ÁREA:	Taller de Máquinas - Herramientas		
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	Cepillo	<b>CÓDIGO DE MÁQUINA:</b>	C-1	<b>MARCA:</b>	DIAMON
Cuenta con manual:	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Ubicación del manual: ***			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
Tamaño de la mesa (LxW):	21" x 11"	Motor Eléctrico N.º:	ME0264		
Recorrido Transversal:	21.75"	Marca:	No tiene placa		
Recorrido Longitudinal (mesa):	15.5"	Frame:			
Altura máxima:	26.5"	HPW:			
Número de Velocidades:	4	Potencia (HP):			
Área ocupada (LxW):	***	Amperaje:			
		Voltaje:	440		
		Acople:	Directo		
		Factor Servicio:	1		
<b>FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO</b>		<b>OBSERVACIONES</b>			
		(Empty table for observations)			

Fuente: elaboración propia.





La ficha técnica que se muestra en la figura 45 es un resumen de las especificaciones generales del equipo y sirve para conocer la capacidad de la máquina y las especificaciones de los equipos auxiliares que la conforman.

### **3.2.2.2. Descripción del mantenimiento preventivo**

El propuesto para el taller de máquinas-herramientas se desglosa en ocho aspectos que sirven para describir lo necesario para una buena programación del mantenimiento preventivo, a continuación se describen los aspectos a tomar en cuenta:

- Componentes: partes individuales que en su conjunto forman la máquina y, los que se encuentran en el listado, son los que necesitan ser preservados por medio de un mantenimiento preventivo.
- Actividades de mantenimiento: es la descripción de las acciones a realizar en el componente para mantener las condiciones óptimas de operación.
- Frecuencia de operación: es la periodicidad con la que se ejecutarán las actividades del mantenimiento.
- Herramientas: son las necesarias para ejecutar eficientemente las actividades del mantenimiento.
- Insumos: son los materiales necesarios para poder llevar a cabo las actividades.
- Responsable: describe el puesto del colaborador encargado en realizar esas actividades.
- Observaciones: se especifica en cuántos turnos al día se realizarán las actividades con la frecuencia planteada previamente.
- Tiempo: es el tiempo estimado para realizar las actividades planteadas para el componente.

Figura 46. Hoja de vida de máquina y equipo, mantenimiento preventivo

COMPONENTE		ACTIVIDAD	FRECUENCIA				HERRAMIENTAS	INSUMO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	TIEMPO (Min)
			D	S	Q	M					
<b>DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>											
1	BANCADA PRINCIPAL	1.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	5
		2.0 Desengrasar					Piseta	Querosina	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	4
2	CABEZAL FIJO	3.0 Sopletear Chuck					Brocha	Wipe y aire comprimido	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	5
		4.0 Verificar nivel de aceite					.....	.....	Mecánico - Tornero	Turno de la tarde	0.5
3	CARRO SUPERIOR	5.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	4
		6.0 Lubricar guías de carro					Acetara	Acetate 220	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
		7.0 Revisar apriete de tornos y tornillos					Llave de punta util	.....	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	2
4	CARRO TRANSVERSAL	8.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	4
		9.0 Lubricar guías de carro					Acetara	Acetate 220	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
5	CARRO PRINCIPAL	10.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	4
		11.0 Lubricar guías de carro					Acetara	Acetate 220	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
6	CABEZAL MÓVIL	12.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	5
		13.0 Lubricar guías					Acetara	Acetate 220	Mecánico - Tornero	Turno de la tarde	1
7	MECANISMOS DE AVANCE	14.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	4
		15.0 Desengrasar					Piseta	Querosina	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	2
8	HUSILLO DE ROSCAR	16.0 Lubricar					Acetara	Acetate 220	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	1
		17.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	4
9	HUSILLO DE CILINDRAR	18.0 Limpiar					Acetara	Acetate 220	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	1
		19.0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	2
10	MOTOR ELÉCTRICO	20.0 Limpiar superficialmente					Brocha	Wipe y aire comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	5
		21.0 Revisar estado de fajas					Llaves esagonales 3/16	.....	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	15

Fuente: elaboración propia.

En la figura 46 se muestran los aspectos más importantes a tomar en cuenta en la descripción del mantenimiento preventivo para cada componente de la máquina, en el cual se le relaciona a cada componente las actividades a realizar, con su respectiva frecuencia, herramientas, insumos, responsable, turno y tiempo para ejecutar la misma.

Figura 47. Programa de mantenimiento preventivo para cepillo (C-1) marca: Damon

GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO									
Pantaleon Panatón S. A. Concepción S. A.		Actualización 01: PROCESO:	18/10/2013 Mantenimiento	CÓDIGO: xxxxxxx	ÁREA: Taller de Máquinas - Herramientas	Página: 2 de			
NOMBRE DEL EQUIPO: Cepillo		CÓDIGO DE MAQUINA: C - 1		MARCA: DAMON					
DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA			HERRAMIENTAS	INSUMO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	TIEMPO (Min)
		D	S	Q					
1 BRAZO DE ARIETE	1.0 Limpiar				Brocha	Vipe	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	4
	2.0 Desengrasar guías				Piseta	Querosina	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	5
	3.0 Lubricar guías				Acetiera	Acete Sparan 220	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	2
2 MESA	4.0 Limpiar				Brocha	Vipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	5
	5.0 Desengrasar				Piseta	Querosina	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	5
3 PORTA HERRAMIENTA	6.0 Limpiar				Brocha	Vipe	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	4
	7.0 Ajustar tuercas y tornillos				Llave de cola	.....	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	2
4 MANIVELAS (Vertical y Transversal)	8.0 Limpiar				.....	Vipe	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	1
5 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN (Fajas y Poleas)	9.0 Limpiar				Brocha	Aire comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	3
6 MOTOR ELÉCTRICO	10.0 Limpiar				Brocha	Aire comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	5

NOMENCLATURA	
D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual

Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Programa de mantenimiento preventivo para fresa (F-1) marca: Milwaukee

Pantaleón Panaleón S.A. Consultoría S.A.		GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO							
Actualización 01:	18/10/2013	CÓDIGO:	xxxxxx	ÁREA:	Taller de Máquinas - Herramientas	Página:	2 de		
PROCESO:	Mantenimiento	CÓDIGO DE MÁQUINA:	F - 1	MARCA:	MILWAKEE				
DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA			HERRAMIENTAS	INSUMO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	TIEMPO (Min)
		D	S	Q					
1	BRAZO TIPO ARIET	10,0	Limpiar		Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	4
2	COLUMNA	2,0	Limpiar		Brocha	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno de la noche	4
3	USILLO PORTAHERRAMIENTA	3,0	Limpiar		.....	Wipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
4	MANDRIL	4,0	Limpiar		.....	Wipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
5	MESA	5,0	Limpiar		Brocha	Wipe y Aite comprimido	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	4
		6,0	Lubricar guías de avances		Acetiera	Acete 220	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
		7,0	Desengrasar		Piseta	Querosina	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	2
6	MANIVELAS Y PALANCAS	8,0	Limpiar		.....	Wipe	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	3
		9,0	Ajustar tuercas		.....	Llave de colla	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	3
7	MECANISMOS DE TRANSMISIÓN	10,0	Limpiar		Brocha	Aite comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	6
8	MOTOR ELÉCTRICO	11,0	Limpiar superficialmente		Brocha	Wipe y aite comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	5

NOMENCLATURA	
D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Programa de mantenimiento preventivo para taladro (B-1) marca: Pizzochero

COMPONENTE		ACTIVIDAD	FRECUENCIA				HERRAMIENTAS	INSUMO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	TIEMPO (Min.)
			D	S	Q	M					
<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b> Actualización: 01/18/10/2013 PROCESO: Mantenimiento CÓDIGO: xxxxxx PÁGINA: 2 de 2 ÁREA: Taller de Máquinas - Herramientas MARCA: PIZZOCHERO											
<b>DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>											
1	BRAZO TIPO ARIET	10,0 Limpiar					Brocha	Vipe	Mecánico - Tornero	Turno de la mañana	4
2	COLUMNA	2,0 Limpiar					Brocha	Vipe	Mecánico - Tornero	Turno de la noche	4
3	USILLO PORTAHERRAMIENTA	3,0 Limpiar					.....	Vipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
		4,0 Lubricar movimiento rectilíneo					.....	Grasa	Mecánico - Tornero	Turno de la tarde	5
4	MANDRIL	5,0 Limpiar					.....	Vipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
5	MAMIVELAS Y PALANCAS	6,0 Limpiar					.....	Vipe	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	1
6	MESA	7,0 Limpiar					Brocha	Vipe y Aire comprimido	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	5
		8,0 Desengrasar					Piseta	Querosina	Mecánico - Tornero	Todos los turnos	2
7	MECANISMOS DE TRANSMISIÓN	9,0 Limpiar					Brocha	Aire comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	6
8	MOTOR ELÉCTRICO	10,0 Limpiar superficialmente					Brocha	Vipe y aire comprimido	Mecánico - Tornero	Turno noche o Turno tarde	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Programa de mantenimiento preventivo para torno (T-1) marca: Pencoyd

COMPONENTE		ACTIVIDAD	FRECUENCIA				HERRAMIENTA	INSUMO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	TIEMPO (Min)
			D	S	Q	M					
<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b> Actualización Of: 18/10/2013 PROCESO: Mantenimiento CÓDIGO: xxxxxx Págs: 2 de AREA: Taller de Máquinas - Herramientas NOMBRE DEL EQUIPO: Torno CÓDIGO DE MÁQUINA: T-1 MARCA: PENCLOYD											
<b>DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>											
1	BANCADA PRINCIPAL	1,0 Limpiar 2,0 Desengrasar					Brocha Pizeta	Wipe Quarantina	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Todar las turnar Todar las turnar	5 4
2	CABEZAL FIJO	3,0 Soplelear Chuck 4,0 Verificar nivel de aceite					Brocha .....	Wipe y aire campriñida .....	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Turno de la mañana Turno de la tarde	5 0,5
3	CARRO SUPERIOR	5,0 Limpiar 6,0 Lubricar quíar de corra 7,0 Revisar ajuste de tornos y tornillar					Brocha Acetora Llave de parca vxl	Wipe Acetate 220 .....	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Todar las turnar Todar las turnar Todar las turnar	4 1 2
4	CARRO TRANSVERSAL	8,0 Limpiar 9,0 Lubricar quíar de corra					Brocha Acetora	Wipe Acetate 220	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Todar las turnar Todar las turnar	4 1
5	CARRO PRINCIPAL	10,0 Limpiar 11,0 Lubricar quíar de corra					Brocha Acetora	Wipe Acetate 220	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Todar las turnar Todar las turnar	4 1
6	CABEZAL MÓVIL	12,0 Limpiar 13,0 Lubricar quíar					Brocha Acetora	Wipe Acetate 220	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Turno de la mañana Turno de la tarde	5 1
7	MECANISMOS DE AVANCE	14,0 Limpiar 15,0 Desengrasar 16,0 Lubricar					Brocha Pizeta Acetora	Wipe Quarantina Acetate 220	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Turno noche a Turno tarde Turno noche a Turno tarde Turno noche a Turno tarde	4 2 1
8	HUSILLO DE ROSCAR	17,0 Limpiar 18,0 Lubricar					Brocha Acetora	Wipe Acetate 220	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Turno noche a Turno tarde Turno noche a Turno tarde	4 1
9	HUSILLO DE CILINDRAL	19,0 Limpiar					Brocha	Wipe	Mecánica - Tornos	Turno noche a Turno tarde	2
10	MOTOR ELÉCTRICO	20,0 Limpiar superficialmente 21,0 Revisar estado de fajar					Brocha Llave hexagonal 3/16"	Wipe y aire campriñida .....	Mecánica - Tornos Mecánica - Tornos	Turno noche a Turno tarde Turno noche a Turno tarde	5 15

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2.3. Programación de la ejecución del mantenimiento preventivo

La programación de las actividades del mantenimiento preventivo está fundamentada en hacer más eficiente la utilización de este programa. La programación de las actividades detalla las fechas en las que se debe ejecutar el mantenimiento preventivo por día y por mes.

Las actividades son designadas a un componente de la máquina en la hoja de descripción del mantenimiento preventivo figura 21, están numeradas con un correlativo que se relaciona en la figura 51 en el campo de actividad; cada una tiene diferente frecuencia, la cual se utiliza para hacer la programación de las actividades por mes.

Figura 51. Programación de la ejecución del mantenimiento preventivo

PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
Actividad	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha
1,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
2,0	X	1, 15, 29	X	12, 26	X	12, 26	X	9, 23	X	7, 21	X	4, 18
3,0	X	1, 15, 29	X	12, 26	X	12, 26	X	9, 23	X	7, 21	X	4, 18
4,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
5,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
6,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
7,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
8,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
9,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
10,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
11,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
12,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
13,0	X	1, 15, 29	X	12, 26	X	12, 26	X	9, 23	X	7, 21	X	4, 18
14,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
15,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
16,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
17,0	L	6	L	3	L	3	L	7	L	5	L	2
18,0	L	6	L	3	L	3	L	7	L	5	L	2
19,0	L	6	L	3	L	3	L	7	L	5	L	2
20,0	L	6	L	3	L	3	L	7	L	5	L	2
21,0	L	6	L	3	L	3	L	7	L	5	L	2

Continuación de la figura 51.

**PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Actividad	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha	Día	Fecha
1,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
2,0	X	2, 16, 30	X	13, 27	X	10, 24	X	8, 22	X	5, 19	X	3, 17, 31
3,0	X	2, 16, 30	X	13, 27	X	10, 24	X	8, 22	X	5, 19	X	3, 17, 31
4,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
5,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
6,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
7,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
8,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
9,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
10,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
11,0		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario		Diario
12,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
13,0	X	2, 16, 30	X	13, 27	X	10, 24	X	8, 22	X	5, 19	X	3, 17, 31
14,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
15,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
16,0	V	3, 10, 17, 24, 31	V	7, 14, 21, 28	V	7, 14, 21, 28	V	4, 11, 18, 25	V	2, 9, 16, 23, 30	V	6, 13, 20, 27
17,0	L	7	L	4	L	1	L	6	L	3	L	1
18,0	L	7	L	4	L	1	L	6	L	3	L	1
19,0	L	7	L	4	L	1	L	6	L	3	L	1
20,0	L	7	L	4	L	1	L	6	L	3	L	1
21,0	L	7	L	4	L	1	L	6	L	3	L	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Planificación de mantenimiento preventivo para cepillo (C-1) marca: Damon

 Pantaleon Pantaleon S. A. Concepción S. A.		GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO										
Actualización 01: 18/10/2013 PROCESO: Mantenimiento		CÓDIGO: xxxxxx AREA: Taller de Máquinas - Herramientas		Página: 3 de								
NOMBRE DEL EQUIPO: Cepillo		CÓDIGO DE MÁQUINA: C - 1		MARCA: DAMON								
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO						SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES						
Actividad	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
2.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro
3.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2						
4.0	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro
5.0	V 3, 10, 17, 24, 31	V 7, 14, 21, 28	V 7, 14, 21, 28	V 4, 11, 18, 25	V 2, 9, 16, 23, 30	V 6, 13, 20, 27						
6.0	V 3, 10, 17, 24, 31	V 7, 14, 21, 28	V 7, 14, 21, 28	V 4, 11, 18, 25	V 2, 9, 16, 23, 30	V 6, 13, 20, 27						
7.0	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro
8.0	V 3, 10, 17, 24, 31	V 7, 14, 21, 28	V 7, 14, 21, 28	V 4, 11, 18, 25	V 2, 9, 16, 23, 30	V 6, 13, 20, 27						
9.0	X 1, 15, 29	X 12, 26	X 12, 26	X 9, 23	X 7, 21	X 4, 18						
10.0	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro	Diatro

**NOMCLATURA**

L	LUNES
M	MARTES
X	MIERCOLES
J	JUEVES
V	VIERNES
S	SABADO
D	DOMINGO

Fuente: elaboración propia.



Figura 54. Planificación de mantenimiento preventivo para taladro(B-1) marca: Pizzochero

Pantaleon Pantaleon S.A. Concepción S.A.		GESTIÓN ADMINISTRATIVA / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO				
Actualización 01:		18/10/2013	CÓDIGO: xxxxxx	Página: 3 de		
PROCESO:		Mantenimiento	AREA: Taller de Máquinas - Herramientas			
NOMBRE DEL EQUIPO:		Taladro	CÓDIGO DE MÁQUINA: B - 1	MARCA: PIZZOCHERO		
<b>PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>						
Actividad/pr.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1.0	Y 3,10,17,24,31	Y 7,14,21,28	Y 7,14,21,28	Y 4,11,18,25	Y 2,9,16,23,30	Y 6,13,20,27
2.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
3.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
5.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
6.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
7.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
8.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
9.0	X 1,15,29	X 12,26	X 12,26	X 9,23	X 7,21	X 4,18
10.0	L 6	L 3	L 3	L 7	L 5	L 2
<b>SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES</b>						
ID	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
o	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario

**NOMCLATURA**

LUNES	L
MARTES	M
MIERCOLES	X
JUEVES	J
VIERNES	V
SABADO	S
DOMINGO	D

Fuente: elaboración propia.



### 3.2.2.4. Controles de mantenimiento preventivo

Es el registro de la ejecución diaria de las actividades de lubricación, inspección y limpieza. Este registro está asociado directamente a la programación del mantenimiento y sirve como una lista de verificación donde se marca el cumplimiento de la realización mantenimiento programado.

Figura 56. Seguimiento del cumplimiento de actividades

SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES						
Actividad	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
2,0						
3,0						
4,0						
5,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
6,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
7,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
8,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
9,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
10,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
11,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
12,0						
13,0						
14,0						
15,0						
16,0						
17,0						
18,0						
19,0						
20,0						
21,0						

Continuación de la figura 56.

SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES						
Actividad	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
2,0						
3,0						
4,0						
5,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
6,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
7,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
8,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
9,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
10,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
11,0	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
12,0						
13,0						
14,0						
15,0						
16,0						
17,0						
18,0						
19,0						
20,0						
21,0						

Fuente: elaboración propia.

La propuesta de seguimiento de actividades que se mostró en la figura 56 está relacionada a la programación de actividades y su objetivo es ser una lista de verificación que le sirva al colaborador como registro del cumplimiento de las actividades programadas. El responsable de llevar al día este registro es el operador de la máquina.









### **3.2.2.5. Historial de mantenimientos realizados**

Es parte elemental de la hoja de vida del equipo, en ella se detallan los componentes cambiados, consumo de aceite por nivelación o modificaciones realizadas en una fecha específica, esto se puede utilizar para verificar el tiempo de vida útil de componente cambiado y en determinado momento será posible calcular la periodicidad de compra del mismo. Las partes fundamentales del historial son:

- Fecha: es el día/mes/año que se llevó a cabo la modificación o cambio de algún repuesto.
- Descripción del mantenimiento: debe detallar de manera explícita lo que se le hizo a la máquina, para que en un futuro se pueda saber qué es lo que se le ha hecho al equipo.
- Avería: es la descripción de la falla encontrada o la forma en que se presente la avería.
- Repuesto: son las partes necesarias a cambiar para garantizar el óptimo funcionamiento de la máquina.
- Responsable: es el colaborador que llevó a cabo la reparación.

El historial de mantenimiento se debe llevar a cabo siempre que se realice un cambio de algún componente, nivelación de aceite o modificaciones realizadas al mismo.





### **3.2.2.7. Procedimiento de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo**

El cumplimiento del plan del mantenimiento preventivo es fundamental para el éxito del mismo, a continuación se describe el procedimiento a llevar a cabo para su correcta ejecución.

El responsable de ejecutar la evaluación del cumplimiento es el encargado o supervisor del taller de máquinas-herramientas, debido a que tienen el conocimiento del correcto funcionamiento de las máquinas. La frecuencia de realizar la inspección es quincenal.

A continuación en la figura 63 se muestra el procedimiento para evaluar el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo.

Figura 63. **Procedimiento de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo**

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>Describir los pasos para evaluar el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo de las máquinas del taller de máquinas – herramientas.</p>		
<p><b>2. SIGLAS Y DEFINICIONES N/A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza: es la eliminación de fuentes de suciedad.</li> <li>• Lubricación: es la acción de emplear un lubricante en piezas mecánicas para reducir el rozamiento entre las mismas.</li> </ul>		
<p><b>3. ASPECTOS BREVES DE SALUD OCUPACIONAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Peligros asociados a la tarea</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonómico</li> <li>- Físico</li> <li>- Eléctrico</li> </ul> </li> <li>• <b>Equipo de protección personal (EPP)</b> Debe usar en todo momento: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco</li> <li>- Lentes</li> <li>- Tapones auditivos</li> <li>- Calzado industrial</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>4. CONDICIONES GENERALES N/A</b></p>		
<p><b>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b></p> <p><b>5.1 Equipo y maquinas herramientas:</b> El taller cuenta con los siguientes equipos para realizar trabajos de maquinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tornos</li> <li>b) Cepillos</li> <li>c) Taladros</li> <li>d) Fresas</li> </ul>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Continuación de la figura 63.

 <p>Pantaleón Concepción S. A.</p>	<b>PROCEDIMIENTO DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TALLER DE MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b>	
	Actualización 0	###
<p><b>5.2. Actividades:</b></p> <p>Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los equipos del taller hay que tener en cuenta los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Analizar el plan de mantenimiento preventivo de la máquina</li> <li>Verificar que mantenimiento según programa le toca a la máquina; el mantenimiento puede ser diario, semanal, quincenal o mensual.</li> <li>Efectuar mantenimiento preventivo según el plan.</li> <li>Realizar efectuar limpieza y lubricación de la máquina.</li> <li>Evaluar si alguna pieza está fuera de operación normal de la máquina.</li> <li>Reportar cualquier mantenimiento correctivo que necesite la máquina.</li> <li>Registrar el mantenimiento realizado a la máquina en hoja de vida.</li> </ol> <p>Para evaluar el cumplimiento del plan del mantenimiento preventivo, seguir los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tomar quincenalmente el registro de evaluación del mantenimiento preventivo.</li> <li>Seleccionar máquina a evaluar.</li> <li>Analizar y calificar el mantenimiento preventivo, considerando limpieza y lubricación.</li> <li>Reportar evaluación del mantenimiento preventivo.</li> <li>Analizar tendencia de cumplimiento del mantenimiento preventivo y en función de eso realizar planes de acción si fuese necesario.</li> </ol> <p><b>5.3 Riesgos asociados a la tarea:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergonómicos: La creación de solicitudes de trabajo por ser un trabajo administrativo hay que tener en cuenta de mantener una postura correcta.</li> <li>Físicos: Sí no se bloquea y etiqueta la máquina se está expuesto a atrapamiento de piezas móviles.</li> <li>Eléctrico: Sí existe algún mal contacto en el equipo se puede sufrir de electrocución.</li> </ul> <p><b>12. ÚLTIMOS CAMBIOS REALIZADOS N/A</b></p> <p><b>13. DOCUMENTOS RELACIONADOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Plan de mantenimiento preventivo.</li> <li>Hoja de vida de tornos.</li> <li>Hoja de vida de fresas.</li> <li>Hoja de vida de taladros.</li> <li>Hoja de vida de cepillos.</li> </ol> <p><b>14. ANEXOS N/A</b></p>		
<b>Elaborado por:</b> EPS	<b>Revisado por:</b> jefe Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> gerente Fábrica

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.2.7.1. Hoja de control del estado de los equipos**

Las máquinas deben mantener un estado de operación lo más óptimo posible, para ser evaluado se diseñó una hoja de control del estado de los equipos, que debe llenar el supervisor o encargado. La hoja de control está relacionada a las actividades que se deben ejecutar en el mantenimiento preventivo considerando evaluar el cumplimiento y ejecución quincenalmente.

La hoja de control consta de dos partes:

- Limpieza: es una acción muy importante que se debe llevar a cabo en los equipos porque permite evitar que partículas externas deterioren partes móviles del equipo. Además permite visualizar puntos donde hay fugas de lubricante, u otros daños.
- Lubricación: es una de las acciones planificadas, es indispensable evaluarla para asegurar el nivel de alcance del programa de mantenimiento preventivo.

Figura 64. Hoja de control del estado de los equipos

Fecha: / /

 <p><b>Pantaleón</b> Ingenio Concepción</p>	<b>HOJA DE CONTROL DEL ESTADO DE LOS EQUIPOS</b>									
	Proceso: <b>MANTENIMIENTO</b>					Taller: <b>MÁQUINAS-</b>				

<b>Máquina:</b>	TORNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Instrucciones:** a continuación se muestran los componentes que conforman un torno de los cuales se debe evaluar su estado actual de forma objetiva.

Siendo (1) Malo (2) Regular (3) Medio (4) Bueno (5) Excelente

COMPONENTE	LIMPIEZA					LUBRICACIÓN					OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Carro superior											
Carro transversal											
Carro principal											
Mecanismos de avance											
Cabezal móvil											
Husillo de roscar											
Husillo de cilindrar											
Bancada Principal											
Cabezal fijo											
Motor eléctrico											
Total Limpieza:						Total Lubricación:					

Meta de predictivo:	95%
Estado actual:	
Diferencia	

OTRAS REVISIONES	ESTADO ACTUAL
Base y cimentación de la máquina	
Conexiones eléctricas	
Sistemas de encendido	
Fugas de aceite	

\_\_\_\_\_  
Supervisor del Taller

Fuente: elaboración propia.

La figura 64 muestra la evaluación del estado de cada componente de la máquina; la evaluación de limpieza y de lubricación tienen un peso ponderado del cincuenta por ciento (50 %) cada una. A partir del resultado obtenido en la evaluación, se compara con la meta del predictivo y se determina la brecha que existe entre el real y el esperado; al final se encuentra un listado de otras observaciones de las cuales, si fuera necesario, se realiza una observación del estado actual.

#### **3.2.2.7.2. Calificación de las actividades de mantenimiento de los componentes de cada máquina**

Toda evaluación está compuesta por una ponderación de los factores a evaluar. La calificación de la correcta ejecución del mantenimiento preventivo en los componentes de cada máquina, es el resultado de la evaluación realizada previamente con sus respectivos ponderados por factor a evaluar.

Los parámetros a evaluar son limpieza y lubricación, cada uno tiene una ponderación o importancia del cincuenta por ciento (50 %), eso quiere decir, que son igualmente importantes.

Para la calificación de los factores a evaluar, se definió un peso ponderado equitativo. Se le asigna a la limpieza un peso ponderado igual de importante que a la lubricación, como apoyo de la implementación de la metodología 5s y mantenimiento autónomo en el taller de máquinas-herramientas.

### **3.2.2.7.3. Registro quincenal de la calificación del mantenimiento de cada equipo**

Las calificaciones quincenales se van registrando durante el periodo de un año. La calificación esta categorizada de la siguiente manera:

- 95 % - 100 %: excelente
- 80 % - 95 %: aceptable pero necesita mejorar
- < 80 % inaceptable con quince días para mejorar la calificación

El registro de las calificaciones refleja el nivel de compromiso de los colaboradores encargados de la máquina y en determinado momento se puede proponer que esa calificación afecte en un porcentaje la evaluación de desempeño personal para mejorar el compromiso.

Figura 65. **Registro quincenal de la calificación del mantenimiento de cada equipo**

	MÁQUINA	ENERO		FEBRERO		...		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		Promedio	Meta	PROYECTADO
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Máquina	Promedio	
<b>TORNOS</b>	1											0%	95%	95%
	3											0%	95%	95%
	4											0%	95%	95%
	6											0%	95%	95%
	7											0%	95%	95%
	8											0%	95%	95%
	9											0%	95%	95%
<b>CEPILLOS</b>	1											0%	95%	95%
	2											0%	95%	95%
	3											0%	95%	95%
	4											0%	95%	95%
	5											0%	95%	95%
	6											0%	95%	95%
<b>FRESA</b>	1											0%	95%	95%
	2											0%	95%	95%
	3											0%	95%	95%
<b>TALD</b>	1											0%	95%	95%
	2											0%	95%	95%
<b>Promedio Taller</b>		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			

Fuente: elaboración propia.

La figura 65 tiene como fin mostrar el resultado de la evaluación de la primera (Q1) y segunda (Q2) quincena realizada a cada equipo y como resultado general del taller, esto con el fin de obtener un proyectado del resultado que se necesita obtener para alcanzar la meta del predictivo del noventa y cinco por ciento (95 %).

### **3.3. Inducción del personal al procedimiento de mantenimiento preventivo**

El objetivo principal de esta inducción es darle a conocer a los supervisores y colaboradores el procedimiento de mantenimiento preventivo, su aplicación en las máquinas y su gran importancia e impacto a generar en el taller de máquinas-herramientas. Para ampliar el tema ver capacitación de mantenimiento preventivo del inciso 4.2.

Para cumplir con el objetivo de la inducción, se debe cumplir con los siguientes objetivos específicos y estar en la capacidad de aplicarlos en sus labores diarias.

- Conocer que es mantenimiento preventivo.
- Conocer los beneficios de su implementación.
- Conocer la importancia y el gran impacto positivo que genera su correcta aplicación.
- Hacer uso correcto de las hojas de vida de todas las máquinas y equipos.
- Conocer el mantenimiento preventivo correcto de cada una de las máquinas.

### **3.4. Costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo**

Están de mantenimiento preventivo están basados en un periodo de un año, este monto puede parecer algo elevado para las actividades que se ejecutan, pero para determinar esos montos se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Mano de obra: el tiempo diario ejecutado por los colaboradores tomando como referencia el promedio del costo de la hora de trabajo.
- Insumos: el costo del renglón unitario, aplicando el costo registrado en bodega de cada material.

El monto puede parecer elevado, pero no se compara con los costos ocultos de la disponibilidad de los equipos o la baja calidad de los trabajos por el desgaste y desajuste de las máquinas, y tomando en cuenta que el costo de los repuestos de las máquinas del taller, por sus características de especificación y precisión, son bastante elevados.

Tabla XXXIII. **Costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo. Presupuesto**

PRESUPUESTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO					Total
Unidades	7	6	2	3	18 Máquinas
Equipo	Tornos	Cepillos	Taladros	Fresas	
Mano de obra	Q 6 300,50	Q 5 225,00	Q 6 762,50	Q 1 835,50	
Wipe	Q 3 976,23	Q 777,57	Q 9 723,12	Q 323,37	
Querosina	Q 253,24	Q 173,37	Q 2 279,16	Q 75,97	
Lubricante	Q 15 184,80	Q 848,16	Q -	Q 2 462,40	
<b>Presupuesto Anual</b>	<b>Q 180 003,40</b>	<b>Q 18 561,91</b>	<b>Q 18 764,78</b>	<b>Q 14 091,72</b>	<b>Q231 421,81</b>
<b>Costo unitario / Anual</b>	<b>Q 25 714,77</b>	<b>Q 3 093,65</b>	<b>Q 9 382,39</b>	<b>Q 4 697,24</b>	<b>Q 42 888,05</b>
<b>Costo diario taller</b>	<b>Q 500,01</b>	<b>Q 51,56</b>	<b>Q 52,12</b>	<b>Q 39,14</b>	<b>Q 642,84</b>

Fuente: elaboración propia.



## 4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

### 4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

El diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC) es el factor que orienta la estructuración y desarrollo de planes y programas para el abastecimiento y fortalecimiento de conocimientos, habilidades o actitudes de los colaboradores en una organización, a fin de contribuir en el logro de los objetivos de esta.

Figura 66. Instrumento de evaluación

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN			
NOMBRE DEL COLABORADOR		ÁREA	
NIVEL ACADEMICO		PUESTO	
NOMBRE DEL JEFE INMEDIATO		ANTIGÜEDAD EN EL INGENIO	
<p>Instrucciones:</p> <p>1) Lea detenidamente cada una de las funciones que describen la función que usted realiza en mantenimiento y escriba el nivel de conocimiento (NC) que usted considera que posee sobre las mismas con base en las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1- No puede ejecutar la tarea</li> <li>2- Necesita ayuda de sus compañeros y supervisión</li> <li>3- Puede realizar la tarea sin ayuda pero necesita supervisión</li> <li>4- Realiza la tarea de acuerdo a procedimientos establecidos y especificaciones técnicas</li> <li>5- Realiza la tarea requerida y puede capacitar a otros</li> </ul> <p>2) Establezca el nivel de importancia (NI), que considere usted que tiene cada tema, de acuerdo a las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1- Es importante pero no tiene efectos sobre el trabajo de otros</li> <li>2- Es importante en mi área de trabajo y de otros</li> <li>3- Es importante para la organización</li> </ul>			

Continuación de la figura 66.

Núm.	Tarea	Criterio de realización	NI	NC				
				1	2	3	4	5
1	LUBRICACIÓN	Requiere el conocimiento de los diferentes tipos de lubricantes y grasas, equipos de lubricación, técnicas de aplicación y sus características físicas y mecánicas.		1	2	3	4	5
2	POLEAS Y CORREAS EN "V"	Requiere saber cómo clasificar correas según forma y norma, calcular la longitud de las correas, conocer el proceso de montaje y aleación e identificar causas comunes de averías.		1	2	3	4	5
3	COJINETES Y CHUMACERAS	Requiere clasificación de rodamientos, calcular árboles de transmisión, conocer los diferentes tipos de montaje y determinar las condiciones normales de operación.		1	2	3	4	5
4	REDUCTORES DE VELOCIDAD	Requiere de conocimiento de cómo clasificar los reductores para una correcta aplicación y conocer los componentes que lo conforman.		1	2	3	4	5
5	BOMBAS CENTRIFUGAS	Requiere identificar partes y características de una bomba centrífuga, clasificar las bombas, instalar y alinear una bomba, y darle mantenimiento a una bomba centrífuga.		1	2	3	4	5
6	MANTENIMIENTO O PREVENTIVO	Requiere conocer que es mantenimiento preventivo y los beneficios de su implementación, también la correcta aplicación dentro de su área de trabajo.		1	2	3	4	5
7	RUEDAS DENTADAS PARA CADENAS	Requiere el conocimiento para clasificar cadenas, calcular la longitud, explicar el mantenimiento y sistemas de lubricación y seleccionar piñones para cadenas.		1	2	3	4	5
OBSERVACIONES:								
<hr/> <b>FIRMA DE ENTREGADO</b>								

Fuente: elaboración propia.

Para determinar las necesidades de capacitación se realizó la siguiente matriz, en la cual se relaciona, el nivel de conocimientos con el nivel de importancia. La intersección de estos puntos indica el nivel de competencia del colaborador para determinar si es necesaria la capacitación.

Tabla XXXIV. **Matriz de evaluación de necesidades de capacitación**

		NIVEL DE IMPORTANCIA		
		1	2	3
NIVEL DE CONOCIMIENTO	1	Es importante pero no tiene efectos sobre el trabajo de otros No puede ejecutar la tarea	Es importante en mi área de trabajo y de otros No puede ejecutar la tarea	Es importante para la organización No puede ejecutar la tarea
	2	Es importante pero no tiene efectos sobre el trabajo de otros Necesita ayuda de sus compañeros y supervisión	Es importante en mi área de trabajo y de otros Necesita ayuda de sus compañeros y supervisión	Es importante para la organización Necesita ayuda de sus compañeros y supervisión
	3	Es importante pero no tiene efectos sobre el trabajo de otros Puede realizar la tarea sin ayuda pero con supervisión	Es importante en mi área de trabajo y de otros Puede realizar la tarea sin ayuda pero con supervisión	Es importante para la organización Puede realizar la tarea sin ayuda pero con supervisión
	4	Es importante pero no tiene efectos sobre el trabajo de otros Realiza la tarea de acuerdo a procedimientos establecidos y especificaciones técnicas	Es importante en mi área de trabajo y de otros Realiza la tarea de acuerdo a procedimientos establecidos y especificaciones técnicas	Es importante para la organización Realiza la tarea de acuerdo a procedimientos establecidos y especificaciones técnicas
	5	Es importante pero no tiene efectos sobre el trabajo de otros Realiza la tarea requerida y puede capacitar a otros	Es importante en mi área de trabajo y de otros Realiza la tarea requerida y puede capacitar a otros	Es importante para la organización Realiza la tarea requerida y puede capacitar a otros

Fuente: elaboración propia.

El color rojo indica que es importante la capacitación teórica y práctica, el color amarillo indica que es importante reforzar los conocimientos generales del colaborador y el color verde indica que el colaborador está capacitado sobre el tema evaluado.

Con base en las evaluaciones realizadas se diagnosticaron los temas más importantes a capacitar:

- Mantenimiento preventivo: se realizará completa la capacitación
- Lubricación de maquinaria: se hará el plan propuesto
- Cojinetes y chumaceras: se hará el plan propuesto
- Bombas centrífugas: se hará el plan propuesto

#### **4.2. Plan de capacitación**

A partir de identificar los temas de capacitación, se elaboró un plan para cada uno de los mismos, definiendo el objetivo general y objetivos específicos, el programa de la capacitación que comprende el contenido del curso dividido en módulos teórico-prácticos, la metodología a emplear para el desarrollo de la misma, la programación, personal al que va dirigida, observaciones dirigidas al instructor y el costo total por capacitación.

Además se realizó una evaluación con la finalidad de poder evaluar cada una de las capacitaciones.

Tabla XXXV. **Plan de capacitación**

No.	TEMA	OBJETIVO	GRUPOS	TIEMPO
1	Lubricación de maquinaria	Reforzar conocimientos básicos de lubricación para disminuir el desgaste prematuro.	5 grupos	3 horas por grupo
2	Cojinetes y chumaceras	Reforzar conocimientos para desmontaje, inspección y montaje de cojinetes y chumaceras.	5 grupos	2 horas por grupo
3	Bombas centrífugas	Reforzar conocimientos de instalación y mantenimiento de bombas centrífugas.	5 grupos	2 horas por grupo
4	Mantenimiento preventivo	Conocer principios de mantenimiento preventivo y su metodología de implementación.	5 grupos	2 horas por grupo

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan las propuestas de capacitación.

- Tema 1: lubricación de maquinaria
  - Objetivo general: reforzar el conocimiento básico de lubricación que todo colaborador mecánico-industrial y mecánico-tornero deba poseer para disminuir el desgaste excesivo de los componentes y máquinas, y aumentar su disponibilidad.
  - Objetivos específicos
    - Identificar los tipos de lubricantes y su forma de obtención.
    - Identificar y clasificar los aceites lubricantes y las grasas.
    - Clasificar los lubricantes sólidos y los aditivos para lubricantes.
    - Identificar y clasificar los sistemas de lubricación.
    - Describir el proceso de ejecución para demostrar la lubricación de maquinaria.

- Programa de capacitación: está integrado por todos los aspectos que se deben llevar a cabo en la capacitación para que de forma integral se cumplan los objetivos deseados.
- Contenido del curso de lubricación: está enfocado en cubrir los conceptos básicos de lubricación, de tal manera que sea fácil conocer, comprender y aplicar los conceptos en las labores diarias.

#### Módulo 1 (teórico).

- Identificar los tipos de lubricantes
  - ✓ Efectos de fricción
  - ✓ Reducción de la fricción
  - ✓ Concepto de lubricación
  - ✓ Elementos que requieren lubricación
  - ✓ Factores que afectan la lubricación
  - ✓ Tipos de lubricación
- Identificar y clasificar los aceites lubricantes y las grasas
  - ✓ Aceites lubricantes
  - ✓ Características de los lubricantes
  - ✓ Tipos de aceite
  - ✓ Grasas lubricantes
  - ✓ Características de las grasas
  - ✓ Selección de lubricantes

#### Módulo 2 (teórico-práctico)

- Identificar y clasificar los sistemas de lubricación.
  - ✓ Aplicación de los lubricantes
  - ✓ Sistemas de lubricación centralizados
  - ✓ Aplicación de las grasas
  - ✓ Accesorios típicos de presión
  - ✓ Sistema de engrase centralizado

- Describir el proceso de ejecución de la lubricación de maquinaria.
  - ✓ Operaciones y pasos
  
- Metodología: el contenido se divide en dos módulos que se subdividen en dos temas, con una hora de capacitación para el primer módulo y dos horas de capacitación para el segundo módulo. El primer módulo tiene como objetivo reforzar los conceptos generales de lubricación por medio de una clase teórica con su respectiva evaluación.  
El segundo módulo se llevará a cabo de forma teórico-demostrativa, en la que se dará una clase teórica de conceptos y luego se utilizarán las herramientas y equipos que se utilizan para lubricar y se demostrará la forma correcta de aplicación del lubricante, al finalizar se realizará la evaluación.
  
- Programación de la capacitación: la programación de los módulos se llevó a cabo de tal manera que cada grupo recibiera un módulo diariamente por dos días consecutivos.

Tabla XXXVI. **Programación capacitación lubricación de maquinaria**

	Mes					Asistencias	% Asistencia
	L	M	X	J	V		
<b>GRUPO</b>	<b>MÓDULO 1</b>						
Grupo 1	28					0	0
Grupo 2		28				0	0
Grupo 3		28				0	0
Grupo 4			28			0	0
Grupo 5				27		0	0
<b>GRUPO</b>	<b>MÓDULO 2</b>						
Grupo 1		28				0	0
Grupo 2			28			0	0
Grupo 3			28			0	0
Grupo 4				28		0	0
Grupo 5					27	0	0
<b>Asistentes</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: elaboración propia.

La programación anterior tiene como objetivo hacer grupos entre veintiocho y veintisiete mecánicos industriales y mecánicos-torneros con el fin de distribuir las capacitaciones y no descuidar la operación.

- Personal a quien va dirigido: la capacitación se llevará a cabo, formando cinco grupos de un promedio de veintiocho colaboradores cada uno, cada grupo estará contenido de cinco categorías de mecánicos-industriales y cinco categorías de mecánicos-torneros, con el fin hacer un grupo con diferentes conocimientos para enriquecer el curso con comentarios y experiencias.

Tabla XXXVII. **Grupos de capacitación**

		GRUPOS						
		Puesto	1	2	3	4	5	
<b>Mecánico – Industrial</b>	M-i I	8	8	8	8	8	8	<b>40</b>
	M-i II	6	6	6	6	5	5	<b>29</b>
	M-i III	5	6	6	6	6	6	<b>29</b>
	M-i IV	3	3	3	3	4	4	<b>16</b>
	M-i V	1	1	1	1	1	1	<b>5</b>
<b>Mecánico – tornero</b>	M-t I	2	1	2	1	2	2	<b>8</b>
	M-t II	1	-	-	-	1	1	<b>2</b>
	M-t III	-	2	2	2	-	-	<b>6</b>
	M-t IV	1	1	-	1	-	-	<b>3</b>
	M-t V	1	-	-	-	-	-	<b>1</b>
		<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>139</b>

Fuente: elaboración propia.

- Instructor: se recomienda que el instructor sea alguien capaz de comunicarse con claridad, conocer el tema y los objetivos a alcanzar, y tenga la capacidad para motivar al grupo y mantener su interés durante la capacitación.  
Para esta capacitación se está tomando en consideración que alguien interno tenga los conocimientos para impartirlo.
- Evaluación lubricación de maquinaria: a continuación se encuentra una batería de preguntas donde debe subrayar la respuesta que considere correcta:

Figura 67. Evaluación de lubricación de maquinaria

 Pantaleon Concepción S.A.	EVALUACIÓN	Nota:
	<b>Lubricación de maquinaria</b>	
<p>A continuación se encuentra una serie de preguntas donde debe de subrayar la respuesta que considere correcta:</p> <p>1. La fuerza que se opone a que un cuerpo se deslice sobre otro, se denomina:  <u>a. Fricción.</u>          b. Tensión.          c. Interferencia.          d. Compresión.</p> <p>2. La resistencia que un cuerpo opone a que otro se deslice sobre su superficie es por _____          a. Falta de lubricante.          b. Peso del cuerpo.  <u>c. Protuberancias en la superficie.</u>          d. Lubricante inadecuado.</p> <p>3. La fricción de rodadura es _____ a la fricción por deslizamiento.          a. Igual.  <u>b. Menor.</u>          c. Dos veces mayor.          d. 1,5 mayor.</p> <p>4. La ventaja más importante de la lubricación es _____          a. Ahorrar de energía.  <u>b. Reducir el desgaste.</u>          c. Facilitar el movimiento.          d. Reducir el ruido.</p> <p>5. Según la naturaleza del lubricante, en la industria se utilizan más los de origen _____          a. Vegetal.          b. Animal.          c. Sintético.  <u>d. Mineral.</u></p>		



- Presupuesto de la capacitación

El presupuesto está formado por los factores que representan un costo para la capacitación. En esta oportunidad se tomó como referencia el tiempo laboral que los colaboradores tomarán para participar en la capacitación, con el costo promedio por hora que gana cada colaborador, también se consideró que instructor será interno y la cantidad de horas que dedicará a capacitar.

Tabla XXXVIII. **Presupuesto de la capacitación**

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>Mano de obra</b>			
<b>Colaboradores</b>	<b>Costo prom hora</b>	<b>Hr_ capacitación</b>	<b>Costo_MO</b>
139	Q 15,44	3	Q 6 440,06
<b>Instructor</b>	Q 166,67	15	Q 2 500,00
<b>Insumos</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/Unitario</b>	<b>Costo_insum</b>
Grasa UNIGRAF NH000 (Kg)	2	Q 93,28	Q 186,56
Aceite SPARTAN EP - 150 (Lt)	2	Q 23,44	Q 46,88
			Q 233,44
			...
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>Q 9173,50</b>
<b>Costo unitario/capacitación</b>			<b>Q 66,00</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo unitario de capacitación por persona para el ingenio es de Q 66,00, lo que supone un precio.

- Tema 2: cojinetes y chumaceras
  - Objetivo general: reforzar el conocimiento sobre rodamientos y cojinetes de fricción, que todo colaborador mecánico-industrial debe poseer para poder hacer una selección, montaje, desmontaje, inspección y mantenimiento de los cojinetes, para poder aumentar su tiempo de vida.
  - Objetivos específicos
    - Clasificar rodamientos.
    - Conocer los diferentes sistemas de montaje.
    - Determinar características de funcionamiento normal y anormal de un rodamiento.
    - Clasificar cojinetes de fricción.
    - Conocer el procedimiento de montaje correcto de cojinetes de fricción enterizos.
    - Conocer el procedimiento de montaje de chumaceras partidas.
  - Programa de capacitación: el programa de capacitación está integrado por todos los aspectos que se deben llevar a cabo en la capacitación para que de forma integral se cumplan los objetivos deseados.
  - Contenido del curso de cojinetes y chumaceras: el contenido del curso está enfocado en cubrir los conceptos básicos de cojinetes y chumaceras, de tal manera que sea fácil conocer, comprender y aplicar los conceptos en las labores diarias.

### Módulo 1 (teórico)

- Clasificación de rodamientos
  - ✓ Rodamientos
  - ✓ Clasificación de rodamientos
  - ✓ Tipos de rodamientos
  - ✓ Aplicaciones de los diferentes tipos de rodamientos
  - ✓ Denominación de rodamientos
- Sistemas de montaje
  - ✓ Rodamientos pequeños
  - ✓ Rodamientos con sistema hidráulico
  - ✓ Rodamientos con manguitos cónicos
- Mantenimiento preventivo de los rodamientos
  - ✓ Escuchar ruidos anormales
  - ✓ Comprobar temperatura
  - ✓ Vigilar escapes y fugas
  - ✓ Comprobar una correcta lubricación

### Módulo 2 (teórico)

- Clasificar cojinetes de fricción
  - ✓ Rozamiento en las máquinas
  - ✓ Clases de rozamiento
  - ✓ Cojinetes de fricción
  - ✓ Cojinetes enterizos
  - ✓ Soportes de cojinetes
  - ✓ Material para cojinetes
- Montaje de cojinetes de fricción enterizos
  - ✓ Montaje de cojinetes de fricción en los soportes
  - ✓ Montaje de chumaceras de fricción
- Montaje de cojinetes de fricción partidos
  - ✓ Montaje de los cojinetes partidos

- y conceptualizar las generalidades de los rodamientos antifricción (cojinetes).

El segundo se llevará a cabo de forma teórica y tiene como objetivo conceptualizar el funcionamiento de los cojinetes de fricción (chumaceras).

- Programación de la capacitación: la programación de los módulos está distribuida de tal manera que cada grupo recibiera un módulo diariamente por dos días consecutivos.

Tabla XXXIX. **Programación capacitación cojinetes y chumaceras**

	Mes					Asistencias	Porcentaje asistencia
	L	M	X	J	V		
<b>GRUPO</b>	<b>MÓDULO 1</b>						
Grupo 1	23					0	0
Grupo 2	24					0	0
Grupo 3	24					0	0
Grupo 4	24					0	0
Grupo 5	24					0	0
<b>GRUPO</b>	<b>MÓDULO 2</b>						
Grupo 1		23				0	0
Grupo 2		24				0	0
Grupo 3		24				0	0
Grupo 4		24				0	0
Grupo 5		24				0	0
<b>Asistentes</b>	0	0	0	0	0		
<b>Porcentaje asistentes</b>	0	0	0	0	0		

Fuente: elaboración propia.

La programación anterior tiene como objetivo hacer grupos entre veintitrés y veinticuatro mecánicos industriales y mecánicos-torneros, con el fin de distribuir las capacitaciones de tal manera de no descuidar la operación.

- Personal a quien va dirigida: la capacitación se llevará a cabo formando cinco grupos de un promedio de veinticuatro colaboradores cada uno, cada uno estará contenido de cinco categorías de mecánicos-industriales, con el fin hacer un grupo con diferentes conocimientos para enriquecer el curso con comentarios y experiencias.

Tabla XL. **Grupos de capacitación**

			GRUPOS					
	Puesto	Porcentaje equivalente	1	2	3	4	5	
<b>Mecánico – Industrial</b>	M-i I	34 %	8	8	8	8	8	<b>40</b>
	M-i II	24 %	6	6	6	6	5	<b>29</b>
	M-i III	24 %	5	6	6	6	6	<b>29</b>
	M-i IV	13 %	3	3	3	3	4	<b>16</b>
	M-i V	4 %	1	1	1	1	1	<b>5</b>
			<b>23</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>119</b>

Fuente: elaboración propia.

- Instructor: se recomienda que el instructor sea alguien capaz de comunicarse con claridad, conozca el tema y los objetivos a alcanzar, y tenga la capacidad para motivar al grupo y mantener su interés durante la capacitación.

Para esta capacitación se está tomando en consideración que alguien interno tenga los conocimientos para impartirlo.

- Evaluación cojinetes: a continuación se encuentra una batería de preguntas donde debe de subrayar la respuesta que considere correcta:

Figura 68. Evaluación de cojinetes

 Pantaleon Concepción S.A.	EVALUACIÓN	Nota:
Cojinetes y chumaceras		
<b>COJINETES:</b>		
<b>A continuación se encuentra una serie de enunciados, coloque F (falso) o v (verdadero) según corresponda:</b>		
1. Los cojinetes de rodamiento se adquieren listos para el montaje.		( V )
2. Un rodamiento de bolas consta de: pista, esferas, separador y anillos.		( V )
3. Una carga axial y una radial, combinadas producen una fuerza angular sobre el rodamiento.		( V )
4. La principal aplicación de los rodamientos de rodillos es para trabajos donde la carga no sea muy elevada.		( F )
5. Los rodamientos de rodillos cilíndricos desmontable, soportan carga axial.		( F )
6. Un rodamiento axial de bolas simple efecto puede soportar carga radial en un sentido.		( F )
7. Para la identificación de rodamientos: el primer número indica el tipo de rodamiento.		( V )
<b>A continuación se encuentra una serie de preguntas donde debe de subrayar la respuesta que considere correcta:</b>		
8. Es condición indispensable para el buen funcionamiento de un rodamiento que esté ajustado y fijo el _____. a. Anillo exterior b. Separador o canastilla c. Anillo interior <u>d. a. y c. son correctas</u>		
9. El sistema de montaje de rodamientos más seguro y rápido es _____. a. A golpes de martillo b. Con extractor <u>c. Con prensa hidráulica</u> d. En aceite caliente		
10. Para montar un rodamiento ajustado al eje, la fuerza se aplica sobre _____. a. Anillo exterior <u>b. Anillo interior</u> c. Los elementos rodantes d. El separador		
11. La temperatura del baño de aceite para el montaje de rodamientos, debe estar entre: <u>a. 80 y 90 °C</u> b. 90 y 100 °C c. 100 y 140 °C d. 140 y 160 °C		
12. Los rodamientos NO es necesario inspeccionarlos regularmente durante su funcionamiento.		( F )
13. Si usted escucha únicamente un suave zumbido en un soporte, es señal del mal funcionamiento del rodamiento.		( F )
14. La sobrecarga de los rodamientos produce recalentamiento de los soportes.		( V )
15. El escape del lubricante se debe a empaques y sellos retenedores de aceite en mal estado.		( V )
16. Quitar grasa vieja y reemplazarla por nueva es buena práctica.		( V )
17. Cuando la temperatura de funcionamiento de una máquina es de 60 °C, el cambio del aceite es		( F )
18. Si la temperatura de funcionamiento es superior a 130 °C es necesario cambiar el aceite mensualmente.		( F )
19. Cambiar aceite semanalmente si encontramos una temperatura de funcionamiento hasta 100 °C.		( F )

Continuación de la figura 68.

 Pantaleon Concepción S.A.	EVALUACIÓN	Nota:
<b>Cojinetes y chumaceras</b>		
<p><b>CHUMACERAS:</b>  <b>A continuación se encuentra una serie de preguntas donde debe de subrayar la respuesta que considere correcta:</b></p> <p>20. El movimiento de piezas en contacto genera:                      a. <u>Una reacción tangencial</u>                      b. Una fuerza de deslizamiento de sentido opuesto a la fuerza aplicada                      c. Un contacto que agiliza el movimiento de un cuerpo con relación al otro                      d. Una fricción que no desgasta la superficie</p> <p>21. Indique cuál de los conceptos siguientes es incorrecto:                      a. Por lo general el ajuste para los bushing es de 1/1000 por pulgada de diámetro del eje                      b. La superficie que se desliza una sobre otra se llama superficie de deslizamiento                      c. <u>El objetivo de un bushing es soportar ejes fijos</u>                      d. Los cojinetes se construyen en forma de bushing partidos y enteros</p> <p>22. Una de las características que debe poseer un material para bushing es:                      a. Alto coeficiente de rozamiento                      b. <u>Alto régimen de transferencia térmica</u>                      c. Resistencia a la conformabilidad                      d. b. y c. son correctas</p> <p>23. Los cojinetes tipo casquillo se montan con un ajuste deslizante. ( F )</p> <p>24. Para facilitar el montaje, el cojinete se achaflana por un extremo a un ángulo de 15 grados ( F )</p> <p>25. El juego entre las superficies de deslizamiento es de 10/1000 por cada pulgada del diámetro del eje. ( F )</p> <p>26. En el proceso de montaje de chumaceras de fricción, manteniendo los soportes bien apoyados, se debe girar el eje varias vueltas. ( V )</p> <p>27. Ejes desviados angularmente entre sí, poseen un defecto de coaxialidad. ( V )</p>		

Fuente: elaboración propia.

- Presupuesto de la capacitación: el presupuesto está formado por los factores que representan un costo para la capacitación.

En esta oportunidad se tomó como referencia el tiempo laboral que los colaboradores tomarán para participar en la capacitación, con el costo promedio por hora que gana cada colaborador, también se consideró que el instructor será interno y la cantidad de horas que dedicará a capacitar.

Tabla XLI. Presupuesto de la capacitación

PRESUPUESTO			
Participantes			
Colaboradores	Costo prom Hora	Hr_Capacitación	Costo_MO
119	Q 15,43	2	Q 3 672,50
Instructor	Q 150,00	10	Q 1500,00
COSTO TOTAL			Q 5 172,50
<b>Costo unitario/capacitación</b>			<b>Q 43,47</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo unitario de capacitación por persona para el ingenio es de Q 43,47 que está basado en el tiempo que lo colaboradores dejarán de producir o estarán fuera de sus puestos de trabajo.

- Tema 3: bombas centrífugas
  - Objetivo general: reforzar el conocimiento básico de bombas centrífugas; sus partes, funcionamiento y mantenimiento.
  - Objetivos específicos
    - Identificar las partes y características de una bomba centrífuga
    - Clasificar las bombas centrífugas.
    - Instalar y alinear una bomba centrífuga.
    - Operar y mantener una bomba centrífuga.
  - Programa de capacitación: el programa de capacitación está integrado por todos los aspectos que se deben llevar a cabo en la

capacitación para que de forma integral se cumplan los objetivos específicos planteados.

- Contenido del curso de bombas centrífugas: está enfocado en cubrir los conocimientos básicos de bombas centrífugas de tal manera que sea fácil conocer, comprender y aplicar los conceptos en las labores diarias.

#### Módulo 1 (teórico)

- Partes y características de la bomba centrífuga.
  - ✓ Bomba centrífuga
  - ✓ Principio de funcionamiento
  - ✓ Partes que la conforman y sus características.
    - ❖ Impulsor
    - ❖ Carcaza
    - ❖ Ejes
    - ❖ Anillos de desgaste
    - ❖ Estoperos, empaques, prensa estopas.
    - ❖ Sellos mecánicos
- Clasificación de las bombas centrífugas.
  - ✓ Según tipo de material que están construidas
  - ✓ Según el tipo de succión
  - ✓ Según dirección del flujo

#### Módulo 2 (teórico)

- Instalación y alineación de las bombas centrífugas
  - ❖ Instalación
  - ✓ Alineación
    - ❖ Desalineamiento angular
    - ❖ Alineamiento vertical
    - ❖ Alineamiento horizontal

- Conexiones de tubería
    - ✓ Tubería de descarga
    - ✓ Tubería de succión
    - ✓ Sentido de rotación
  - Operación y mantenimiento de las bombas centrífugas
    - ✓ Procedimiento de arranque de la bomba
    - ✓ Procedimiento de parada de la bomba
    - ✓ Mantenimiento de las bombas centrífugas
      - ❖ Alineación
      - ❖ Empaquetaduras
      - ❖ Algunas causas de falla
- Metodología: el contenido se divide en cuatro temas principales, los cuales tienen como fin cubrir cada uno de los objetivos específicos. El primer módulo tiene como objetivo reforzar los conceptos generales de las bombas centrífugas, al finalizar se realizará la evaluación.
- El segundo módulo se llevará a cabo de forma teórica con el objetivo de especificar el mantenimiento y la correcta operación de las bombas centrífugas, al finalizar se realizará la evaluación.
- Programación de la capacitación: la programación de los módulos se llevó a cabo de tal manera que cada grupo recibiera uno diariamente por dos días consecutivos.

Tabla XLII. Programación capacitación bombas centrífugas

	Mes					Asistencias	% Asistencia
	L	M	X	J	V		
<b>GRUPO</b>	<b>MÓDULO 1</b>						
Grupo 1	28					0	0
Grupo 2		28				0	0
Grupo 3		28				0	0
Grupo 4			28			0	0
Grupo 5				27		0	0
<b>GRUPO</b>	<b>MÓDULO 2</b>						
Grupo 1		28				0	0
Grupo 2			28			0	0
Grupo 3			28			0	0
Grupo 4				28		0	0
Grupo 5					27	0	0
<b>Asistentes</b>	0	0	0	0	0		
<b>% Asistentes</b>	0	0	0	0	0		

Fuente: elaboración propia.

La programación anterior tiene como objetivo hacer grupos de entre veintiocho y veintisiete mecánicos industriales y mecánicos-torneros con el fin de distribuir las capacitaciones de tal manera de no descuidar la operación.

- Personal a quien va dirigido: la capacitación se llevará a cabo formando cinco grupos de un promedio de veinticuatro colaboradores cada uno, cada grupo estará contenido de cinco categorías de mecánicos-industriales, con el fin hacer un grupo con diferentes conocimientos para enriquecer el curso con comentarios y/o experiencias.

Tabla XLIII. Grupos de capacitación

		GRUPOS					
		Puesto	1	2	3	4	
Mecánico – Industrial	M-i I	8	8	8	8	8	40
	M-i II	6	6	6	6	5	29
	M-i III	5	6	6	6	6	29
	M-i IV	3	3	3	3	4	16
	M-i V	1	1	1	1	1	5
		23	24	24	24	24	119

Fuente: elaboración propia.

- Instructor: se recomienda que el instructor sea alguien capaz de comunicarse con claridad, conocer el tema y los objetivos a alcanzar, y tenga la capacidad para motivar al grupo y mantener su interés durante la capacitación.  
Para esta capacitación se está tomando en consideración que alguien interno llene los requisitos para impartirlo.
- Evaluación de bombas centrífugas: a continuación se encuentra una batería de preguntas donde debe de subrayar la respuesta que considere correcta:

Figura 69. Evaluación de bombas centrífugas

	EVALUACIÓN	Nota
	Bombas centrífugas	:
<p>A continuación se encuentra una serie de enunciados, coloque F (falso) o v (verdadero) según corresponda:</p>		
1.	El rotor de una bomba está constituido por un árbol de transmisión y un impulsor.	<u>V</u>
2.	El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga, recibe el líquido y le imparte una velocidad.	<u>V</u>
3.	Un impulsor de doble succión se utiliza para transportar medianas cantidades de líquidos.	<u>F</u>
4.	El impulsor tipo axial es apropiado para impulsar líquidos limpios sin sólidos en suspensión.	<u>F</u>
5.	La conversión de velocidad por presión se debe a la vuelta construida en la carcasa.	<u>V</u>
6.	Las bombas centrífugas de varios pasos tienen la carcasa del tipo difusor.	<u>V</u>
7.	Las carcasas se construyen en su mayoría de hierro fundido.	<u>V</u>
8.	Los anillos de desgaste tienen como objetivo principal el de facilitar el movimiento entre el impulsor y la carcasa.	<u>F</u>
9.	Un sello mecánico asegura una lubricación óptima en la zona de sello, debido al goteo pequeño y uniforme que debe formar.	<u>F</u>
<p>A continuación se encuentra una serie de preguntas donde debe de subrayar la respuesta que considere correcta:</p>		
<p>10. Las bombas centrífugas se clasifican así:</p>		
<p>a. Según el tipo de succión</p>		
<p>b. Según el líquido a impulsar</p>		
<p>c. Según el tiempo de operación</p>		
<p><u>d. Según la dirección del flujo</u></p>		
<p>e. a. y d. son correctas</p>		
<p>f. b. y c. son correctas</p>		
<p>11. En la actualidad se encuentran bombas centrífugas construidas en:</p>		
<p>b. Acero inoxidable</p>		
<p>c. Bronce</p>		
<p>d. Aluminio</p>		
<p>e. a. y d. son correctas</p>		
<p><u>f. b. y c. son correctas</u></p>		
<p>12. Los factores de servicio que afectan principalmente la selección del material son:</p>		
<p>a. Capacidad</p>		
<p>b. Abrasión de los sólidos en suspensión</p>		
<p>c. Temperatura de bombeo</p>		
<p>d. Altura de succión</p>		
<p>e. a. y d. son correctas</p>		
<p><u>f. b. y c. son correctas</u></p>		
<p>13. Teniendo en cuenta el sentido del flujo, las bombas centrífugas se clasifican en bombas de:</p>		
<p>a. Doble succión</p>		
<p>b. Succión horizontal</p>		
<p>c. Succión múltiple</p>		
<p>d. Succión a presión</p>		
<p><u>e. a. y d. son correctas</u></p>		
<p>f. b. y c. son correctas</p>		

Continuación de la figura 69.

 Pantaleón S.A.	EVALUACIÓN	Nota:
Bombas centrífugas		
14. La instalación de la bomba respecto a la fuente de suministro del líquido debe ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lo más retirado posible</li> <li>b. Lo que indique el fabricante</li> <li><b>c. Lo más cerca posible</b></li> </ul> 15. Entre la cara superior del bloque de cimentación y la cara inferior de la base de la bomba se deja un espacio de: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 50 mm</li> <li>b. 35 mm</li> <li>c. 30 mm</li> <li><b>d. 25 mm</b></li> </ul> 16. Des-alineamiento angular en la unidad de bombeo se refiere a que las caras del acoplamiento no están: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Paralelas</li> <li><b>b. Con el ángulo recomendado</b></li> <li>c. Verticales</li> <li>d. Unidas</li> </ul> 17. Mirando la unidad de bombeo por la parte superior se observa que las llantas del acoplamiento no están a ras, esto se conoce como delineamiento: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. Angular</b></li> <li>b. Vertical</li> <li>c. Horizontal</li> <li>d. Mixto</li> </ul> 18. En la línea de descarga muy cerca de la salida de la bomba para protección de esta se instalan dos válvulas del tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reguladoras de presión</li> <li><b>b. Compuerta y retención</b></li> <li>c. Globo y compuerta</li> <li>d. Seguridad y globo</li> </ul> 19. Antes de hacer funcionar la bomba hay que asegurarse que la tubería de succión y la carcasa estén completamente vacías.                     20. La unidad de bombeo puede funcionar con un des-alineamiento máximo de 3/1000 pulgadas.                     21. El eje que forma parte del rotor de la bomba no debe tener excentricidad mayor de 10/1000 pulgadas.                     22. Las uniones de los anillos que conforman la empaquetadura deben ubicarse a 90° si son más de 4 o más anillos.                     23. El goteo excesivo por el estopero puede controlarse a través de la prensa estopas.                     24. El calentamiento y otras fallas de la empaquetadura se debe a un apriete muy fuerte del prensa estopas.                     25. Cuando una bomba no da rendimiento pleno es causado por el giro en sentido contrario del impelente.                     26. Si la bomba no suministra agua, una causa puede ser que el agua está caliente.                     27. La bomba no desarrolla la presión suficiente debido a que los anillos de desgaste se han gastado.                     28. La bomba trabaja bien por un tiempo, luego pierde succión debido a que la altura de succión pasa de 2 m.		- - - - <b>( F )</b> <b>( V )</b> <b>( F )</b> <b>( F )</b> <b>( V )</b> <b>( V )</b> <b>( F )</b> <b>( F )</b> <b>( V )</b> <b>( F )</b>

Fuente: elaboración propia.

- Presupuesto de la capacitación: el presupuesto está formado por los factores que representan un costo para la capacitación. En esta oportunidad se tomó como referencia el tiempo laboral que los colaboradores tomarán para participar en la capacitación, con el costo promedio por hora que gana cada colaborador, también se consideró que el instructor será interno y la cantidad de horas que dedicará a capacitar.

Tabla XLIV. **Presupuesto de la capacitación**

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>Participantes</b>			
<b>Colaboradores</b>	<b>Costo prom hora</b>	<b>Hr_Capacitación</b>	<b>Costo_MO</b>
119	Q 15,43	2	Q 3 672,50
<b>Instructor</b>	Q 300,00	10	Q 3 000,00
COSTO TOTAL			Q 6672,50
<b>Costo Unitario/Capacitación</b>			<b>Q 56,07</b>

Fuente: elaboración propia.

- El costo unitario de capacitación por persona para el ingenio es de Q 56,07 está basado en el tiempo que lo colaboradores dejarán de producir o estarán fuera de sus puestos de trabajo.
- Tema 4: mantenimiento preventivo
  - Objetivo general: conocer el concepto de mantenimiento preventivo y su aplicación en las máquinas del taller.
  - Objetivos específicos

- Conocer que es mantenimiento preventivo y los beneficios de su implementación.
  - Conocer la utilización de la hoja de vida y del mantenimiento preventivo de las máquinas.
- Programa de capacitación: el programa de capacitación está integrado por todos los aspectos que se deben llevar a cabo en la capacitación, para que de forma integral se cumplan los objetivos específicos planteados.
  - Contenido del curso de mantenimiento preventivo: el contenido del curso está enfocado en dar a conocer las aplicaciones y beneficios del mantenimiento preventivo, como también las herramientas de control del mantenimiento e historial de cada una de las máquinas, con el fin de disminuir el desgaste y aumentar la vida útil de las máquinas.

#### Módulo 1 (teórico)

- Mantenimiento y sus tipos
  - ✓ Industrial
  - ✓ Predictivo
  - ✓ Correctivo
  - ✓ Preventivo
  - ❖ Ventajas del mantenimiento preventivo

#### Módulo 2 (teórico-práctico)

- Hoja de vida y mantenimiento preventivo de las máquinas.
  - ✓ Ficha técnica
  - ✓ Programa de mantenimiento preventivo
  - ✓ Plan de mantenimiento preventivo
  - ✓ Historial de maquinaria

- Metodología: el contenido se divide en dos módulos, los cuales tienen como fin cubrir cada uno de los objetivos específicos. El primer módulo tiene como objetivo conocer que es el mantenimiento industrial, sus tipos y las ventajas de aplicar el mantenimiento preventivo. El segundo módulo se llevará a cabo tipo taller con el objetivo de explicar cada parte de la hoja de vida y del mantenimiento preventivo de las máquinas del taller.
- Programa de capacitación a programación de los módulos se llevó a cabo de tal manera que cada grupo recibiera un módulo diariamente por dos días consecutivos.

Tabla XLV. Programación capacitación mantenimiento preventivo

	Mes					Asistencias	Porcentaje asistencia
	L	M	X	J	V		
GRUPO	MÓDULO 1						
Grupo 1	28					0	0
Grupo 2		28				0	0
Grupo 3		28				0	0
Grupo 4			28			0	0
Grupo 5				27		0	0
GRUPO	MÓDULO 2						
Grupo 1		28				0	0
Grupo 2			28			0	0
Grupo 3			28			0	0
Grupo 4				28		0	0
Grupo 5					27	0	0
<b>Asistentes</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
<b>Porcentaje asistentes</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

Fuente: elaboración propia.

- La programación anterior tiene como objetivo hacer grupos entre veintiocho y veintisiete mecánicos industriales y mecánicos-torneros con el fin de distribuir las capacitaciones de tal manera de no descuidar la operación.
- Personal a quien va dirigido: la capacitación se llevará a cabo formando cinco grupos de un promedio de veinticuatro colaboradores cada uno, cada grupo estará contenido de cinco categorías de mecánicos-industriales, con el fin hacer un grupo con diferentes conocimientos para enriquecer el curso con comentarios y experiencias.

Tabla XLVI. **Grupos de capacitación**

		GRUPOS					
		Puesto	1	2	3	4	
<b>Mecánico - Industrial</b>	M-i 1	8	8	8	8	8	<b>40</b>
	M-i 2	6	6	6	6	5	<b>29</b>
	M-i 3	5	6	6	6	6	<b>29</b>
	M-i 4	3	3	3	3	4	<b>16</b>
	M-i 5	1	1	1	1	1	<b>5</b>
		<b>23</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>119</b>

Fuente: elaboración propia.

- Instructor: se recomienda que el instructor sea alguien capaz de comunicarse con claridad, conocer el tema y los objetivos a alcanzar, y tenga la capacidad para motivar al grupo y mantener su interés durante la capacitación. Para esta capacitación se está tomando en consideración que alguien interno tenga los conocimientos para impartirlo.

- Evaluación de mantenimiento preventivo: a continuación se encuentra una batería de preguntas donde debe de seleccionar la respuesta que considere correcta:

Figura 70. **Evaluación de mantenimiento preventivo**

	<b>EVALUACIÓN</b>		<b>Nota:</b>												
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>														
<b>Instrucciones:</b> coloque el número que relacione el concepto con el tipo de mantenimiento															
<table border="1"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 20%;">Número</th> <th style="width: 70%;">Tipo de mantenimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Mantenimiento Preventivo</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Mantenimiento Correctivo</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Mantenimiento Predictivo</td> </tr> </tbody> </table>					Número	Tipo de mantenimiento		1	Mantenimiento Preventivo		2	Mantenimiento Correctivo		3	Mantenimiento Predictivo
	Número	Tipo de mantenimiento													
	1	Mantenimiento Preventivo													
	2	Mantenimiento Correctivo													
	3	Mantenimiento Predictivo													
<b>Respuesta</b>	<b>Concepto</b>														
<u>2</u>	Mantenimiento realizado cuando la avería ya se ha presentado en la máquina.														
<u>3</u>	Se basa en medir ciertos parámetros de la máquina (vibración, ruido, temperatura, etc.) para programar el mantenimiento antes de que se produzca la falla.														
<u>1</u>	Mantenimiento que consiste en programar las intervenciones con el fin de reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento en la máquina.														
<b>Instrucciones:</b> A continuación se presenta un listado de actividades, las cuales tiene que ordenar según la secuencia del procedimiento de mantenimiento preventivo. Debe de colocar en orden de menor a mayor la secuencia de actividades para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de las máquinas															
Ejemplo: . (1) Primera actividad de mantenimiento preventivo . (10) Última actividad de mantenimiento preventivo															
<b>Número</b>	<b>ACTIVIDAD</b>														
<u>3</u>	Verificar las actividades a realizar en el día (pág. 3)														
<u>1</u>	Seleccionar hoja de programación de actividades del mantenimiento preventivo (pág. 3)														
<u>2</u>	Buscar el mes en curso (pág. 3)														
<u>6</u>	Buscar la actividad a realizar por número (pág. 2)														
<u>8</u>	Preparar las herramientas e insumo para realizar la actividad (pág. 2)														
<u>4</u>	Leer el número de la actividad (pág. 3)														
<u>5</u>	Seleccionar la hoja de descripción de mantenimiento preventivo (pág. 2)														
<u>10</u>	Seleccionar la hoja de seguimiento de actividades y chequear la actividad realizada (pág. 3)														
<u>7</u>	Identificar el componente y turno a realizar la actividad (pág. 2)														
<u>9</u>	Hacer mantenimiento (pág. 2)														

Fuente: elaboración propia.

- Presupuesto de la capacitación: está formado por los factores que representan un costo para la capacitación. En esta oportunidad se tomó como referencia el tiempo laboral que los colaboradores tomarán para participar en la capacitación, con el costo promedio por hora que gana cada colaborador, también se tomó se consideró que el instructor será interno y la cantidad de horas que dedicará a capacitar.

Tabla XLVII. **Presupuesto de la capacitación**

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>Participantes</b>			
<b>Colaboradores</b>	<b>Costo prom hora</b>	<b>Hr_Capacitación</b>	<b>Costo_MO</b>
119	Q 15.43	2	Q 3,672,50
<b>Instructor</b>	Q 400.00	10	Q 4 000,00
<b>COSTO TOTAL</b>			Q 7672,50
<b>Costo Unitario/Capacitación</b>			<b>Q 64,47</b>

El costo unitario de capacitación por persona para el ingenio es de Q 64,47 que está basado en el tiempo que lo colaboradores dejarán de producir o estarán fuera de sus puestos de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Resultados de la capacitación de mantenimiento preventivo**

A partir de la evaluación de la capacitación de mantenimiento preventivo se obtuvieron los siguientes resultados, que reflejan el conocimiento aprendido por parte de cada uno de los colaboradores.

Tabla XLVIII. **Resultados de evaluación de capacitación de mantenimiento preventivo**

<b>RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN</b>			
<b>COLABORADOR</b>	<b>SERIE I (%)</b>	<b>SERIE II (%)</b>	<b>TOTAL (%)</b>
<b>M-t-I</b>	10	70	<b>80</b>
<b>M-t-III</b>	30	42	<b>72</b>
<b>M-t-I</b>	30	70	<b>100</b>
<b>M-t-IV</b>	30	21	<b>51</b>
<b>M-t-IV</b>	30	56	<b>86</b>
<b>M-t-I</b>	30	0	<b>30</b>
<b>M-t-II</b>	30	35	<b>65</b>
<b>M-t-I</b>	30	70	<b>100</b>
<b>M-t-IV</b>	30	49	<b>79</b>
<b>M-t-I</b>	NO ASISTIÓ (Turno de noche)		
<b>M-t-III</b>	NO ASISTIÓ (Turno de noche)		
<b>M-t-I</b>	30	21	<b>51</b>
<b>M-t-I</b>	30	56	<b>86</b>
<b>M-t-II</b>	30	21	<b>51</b>
<b>M-t-III</b>	30	21	<b>51</b>
<b>M-t-III</b>	30	70	<b>100</b>
<b>M-t-III</b>	30	70	<b>100</b>
<b>M-t-I</b>	10	70	<b>80</b>
<b>M-t-III</b>	30	56	<b>86</b>
<b>M-t-I</b>	30	28	<b>58</b>
<b>M-t-III</b>	30	28	<b>58</b>
<b>Promedio</b>	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>73</b>

Fuente: elaboración propia.

A partir de estos resultados se puede concluir que la mayoría de los colaboradores captó el concepto y la diferencia de cada uno de los diferentes tipos de mantenimiento. Además se puede decir que, por medio de la capacitación se logró introducir a los colaboradores al uso de los documentos

de programación de actividades, descripción de mantenimiento preventivo y seguimiento de actividades.

#### 4.4. Costos de la propuesta

En cada una de las propuestas de capacitación, descritas anteriormente, se incluyó el costo unitario de capacitación que está determinado por los factores que representan un costo para la empresa.

Se tomó como referencia el tiempo laboral que los colaboradores tomarán para participar en la capacitación, como “hora de la capacitación”, con el costo promedio por hora que gana cada colaborador, como “costo promedio hora”, para poder determinar el costo de mano de obra, como “costo mano de obra” en función de la cantidad de colaboradores a capacitar y el costo del capacitador interno por hora de capacitación.

Tabla XLIX. Costo total de capacitaciones propuestas

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (Q)</b>	<b>Costo total (Q)</b>
Hojas (resma)	1	60,00	60,00
Pizarrón	1	1 200,00	1 200,00
Marcadores de pizarrón	4	5,00	20,00
Borrador de pizarrón	1	15,00	15,00
Impresiones de evaluación	500	0,25	125,00
Refacción	500	5,00	2 500,00
Instructor lubricación	1	600	2 500,00
Instructor cojinetes y chumaceras	1	400	1 500,00
Instructor bombas centrífugas	1	400	3 000,00
Instructor mantenimiento preventivo	1	400	4 000,00
<b>Costo total de materiales</b>			<b>14920,00</b>

Fuente: elaboración propia.

El programa total de las cuatro capacitaciones propuestas tiene un costo, para la empresa, de Q 14 920,00.

## CONCLUSIONES

1. El taller de máquinas-herramientas, actualmente opera con baja productividad, la cual se divide en dos focos causantes quienes son los colaboradores haciendo actividades que no generan valor a los trabajos, y por otro lado, se afecta a la productividad con factores del sistema, que en su mayoría son resultado de una falta de planificación.
2. Las principales causas que generan baja productividad en el taller son, en primer lugar, pérdida de tiempo del colaborador debido al tiempo que dedica a hacer otras actividades que no agregan valor al trabajo; en segundo lugar, el tiempo perdido en anticiparse y retrasarse al tiempo establecido para refacción y almuerzo, según sea el turno; y en tercer lugar: pérdida de tiempo al esperar la grúa puente, debido a la baja disponibilidad que existe de la misma.
3. Se implementó un sistema de control de órdenes de trabajo, con el cual, luego de hacer varias corridas se determinó estadísticamente que el tiempo estimado superaba al tiempo real de ejecución de la tarea, lo cual genera un exceso de tiempo planificado que los colaboradores lo pueden utilizar para ocio.
4. El sistema de bonos-incentivos se diseñó con el objetivo de aumentar la productividad, que está conformada por la eficiencia y utilización de los colaboradores. El sistema de bonos-incentivos está diseñado para premiar el resultado del taller como un equipo de trabajo y con base en eso se aplica un cálculo proporcional a su escala salarial.

5. Como parte de los resultados obtenidos al implementar el sistema de control de productividad, se determinó estadísticamente que es más productivo el colaborador si se le asigna tiempo estimado porque con base en eso él se va a comparar y tiene un número como meta que cumplir que de la otra forma quedaría siempre a su criterio el tiempo del trabajo. Luego de implementar el sistema de control por medio de órdenes de trabajo con tiempos estimados se logró aumentar la utilización del taller de un sesenta y nueve por ciento (69 %) a un ochenta y seis por ciento (86 %), lo cual se refleja directamente en la productividad.
  
6. El plan de mantenimiento preventivo está diseñado para preservar el estado de la maquinaria por medio de la limpieza, inspección y lubricación de los componentes que conforman la maquinaria. Los componentes llevan asignada actividades, insumos y herramientas que permiten hacer una programación anual de sus partes con una programación anual.
  
7. El plan de capacitación está dirigido al personal de mantenimiento que contempla mecánicos industriales, torneros. Se realizaron tres capacitaciones: lubricación, cojinetes y chumaceras, y bombas centrífugas; asimismo, una cuarta capacitación de mantenimiento preventivo. Después de realizar la evaluación de la capacitación se obtuvo una ponderación promedio de setenta y tres por ciento (73 %), este se encuentra en un rango aceptable de comprensión y se considera al grupo preparado para iniciar con las labores de mantenimiento preventivo.

## RECOMENDACIONES

1. Al área de Recursos Humanos: crear un plan de capacitación para los colaboradores del taller, con el objetivo de mejorar varias áreas; entre ellas las habilidades o competencias del personal, la percepción de los colaboradores de abandono y el sentido de pertenencia a la organización; esto ayudará a reducir los tiempos improductivos y aprovechar de mejor manera las fortalezas individuales de cada uno.
2. Al taller de máquinas–herramientas: mejorar la planificación de actividades para reducir el tiempo perdido en el área de trabajo; esto permitirá cuantificar mejor las horas de trabajo productivo del colaborador; para controlar los tiempo perdidos en el anticipo o atraso del tiempo de refacción o comida colocar medidas de peso que sirvan como refuerzo para hacer cumplir los tiempos establecidos.
3. Al taller de máquinas–herramientas: es importante controlar las actividades de los colaboradores para tener un mejor resultado de productividad y evitar a toda costa, que los malos resultados de un grupo de colaboradores perjudique a todo el taller.
4. Al Departamento de Mantenimiento: cumplir estrictamente con la aplicación del mantenimiento preventivo por dos razones, las condiciones de operación de las máquinas se van a preservar en el período de uso y el tiempo dedicado para esas actividades debe de estar controlado para evitar malas prácticas que se conviertan en improductivas.

5. Al Departamento de Mantenimiento: que la evaluación del mantenimiento preventivo debe realizarla el supervisor o encargado del taller de máquinas-herramientas, y revisar subjetivamente este mantenimiento, para analizar si las prácticas realizadas están orientadas a los objetivos planteados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, Jorge. *Ingeniería de confiabilidad*. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 2003. 328 p.
2. AGUILAR, Alfonso. *Capacitación y desarrollo personal*. México: Limusa, de C. V., 2004. 245 p.
3. CHIAVENATO, Idalberto. *Administración de recursos humanos*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2000. 699 p.
4. CHIAVENATO, Idalberto. *Gestión del talento humano*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2002. 475 p.
5. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación, 2004. 704 p.
6. MONTGOMERY, Douglas C. *Diseño y análisis de experimentos*. México: Limusa, de C. V., 2004. 686 p.
7. NAVIDI, William. *Statistics for engineers and scientists*. Estados Unidos de Norteamérica: McGraw-Hill, 2011. 912 p.
8. PROKOPENKO, J. *La gestión de la productividad*. México: Limusa, de C. V., 1991. 318 p.

9. PULIDO, Humberto G. *Calidad total y productividad*. México: McGraw-Hill, 2010. 363 p.
10. ROBBINS, Stephen P. *Comportamiento organizacional*. México: PEARSON Educación, 2004. 675 p.
11. SPIEGEL, Murray R. *Teoría y problemas de probabilidad y estadística*. México: McGraw-Hill, 2006. 416 p.
12. SUMMANTH, David J. *Ingeniería y administración de la productividad*. México: McGraw-Hill, 1990. 47 p.
13. VILLATORO, Roberto Pinto. *Planeación estratégica de capacitación*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, de C. V., 2000. 205 p.
14. WALPOLE, Ronald E.; MYERS, Raymond H.; MYERS, Sharon L.; YE, Keying. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 8a ed. México: Pearson Educación, 2007. 840 p.