

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD DE
LAS MAQUINARIAS EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES
REYES S.R.L. PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

NERY EVONNY ALBAN SALAZAR

Chiclayo, 08 de Mayo de 2017

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD DE LAS MAQUINARIAS EN LA
EMPRESA CONSTRUCCIONES REYES S.R.L. PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD”**

POR:

NERY EVONNY ALBAN SALAZAR

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

**Para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADO POR EL JURADO INTEGRADO POR

**Mgr. Sonia Salazar Zegarra
PRESIDENTE**

**Ing. Edwin Juarez Marchena
SECRETARIO**

**Mgr. Alejandro Vera Lázaro
ASESOR**

DEDICATORIA

A mis padres por ser mi fuente de inspiración y ejemplo de lucha, sacrificio y perseverancia, a mis hermanas, en especial, a Astrid Dallan Albán Salazar y a mi sobrino Alessandro del Piero Perez Albán por ser mi motor y motivo para seguir adelante, por ofrecerme sus sonrisas más sinceras y con eso empujarme a crecer en el ámbito personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen María por ofrecerme día a día las fuerzas y la voluntad necesaria para realizar este proyecto de investigación, por ayudarme a ver salidas a los diferentes obstáculos que se me presentaron durante la realización.

Agradezco también a mi familia por haber creído en todo momento en mí y al ingeniero Alejandro Vera Lázaro por haberme brindado la correcta asesoría para la realización de este proyecto de investigación. A la empresa Construcciones Reyes S.R.L. por brindarme la información y la confianza en todo momento, y así culminar esta investigación.

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, mi hogar de formación, a mis docentes que con sus diferentes metodologías me enseñaron las herramientas que pude aplicar a este proyecto.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo lleva como título “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las Maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para Incrementar la Productividad” teniendo en cuenta indicadores de mantenimiento y, en especial las herramientas necesarias a aplicar para poder analizar los indicadores de productividad con la finalidad de lograr mejoras en la empresa como: reducción de costos de mantenimiento, mejorar la confiabilidad de las máquinas y alargar el período de vida de las mismas.

La Autora

RESUMEN

Construcciones Reyes S.R.L. es una empresa dedicada a la fabricación, reparación y ofrece otros servicios a la industria petrolera, pesquera y minera y no cuenta con una línea de producción definida, pero en el proceso del desarrollo de sus actividades de producción se presentan continuamente fallas y averías por motivo de un inadecuado sistema de mantenimiento ocasionando pérdidas económicas, de tiempo, de producción y acorta el tiempo de vida de las máquinas, puesto que, frecuentemente la carga de trabajo no se puede llevar en paralelo con el estado de operatividad de las máquinas, se les exige trabajar aún con sus fallas y avería que presentan en su momento.

Para la realización de la investigación, se diagnosticaron los puntos críticos que originan las averías de la situación actual de las máquinas, haciendo un análisis de costos para determinar los efectos en la productividad, cuyos resultados fueron que para el caso del torno 1 su falla mayor es la del desgaste de la regla guía y piñones; torno 2, lubricación; torno 3, desgaste de regla guía y tren de piñones; torno 4, desgaste de oring; torno 5, desgaste de piñón de ataque; cepillo de codo, desgaste piñones; sierra de cinta eléctrica, desgaste por falta de lubricación y mala limpieza. Posteriormente, se elaboraron programas de mantenimiento preventivo para las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, para luego implementarlas, tal suceso dio lugar a que los minutos de paradas se reduzcan en un 97,81%, las frecuencias de fallas en un 81,43%, los costos de fallas mecánicas en un 75,14%, la producción en total aumentó a 7 153 productos, los ingresos aumentaron a S/. 699 401, el dinero no percibido se redujo a S/. 48 803,21. Continuamente se evaluaron los indicadores de productividad después de la implementación del plan, dando lugar a que la productividad de horas trabajadas incremente en 0,027, la de insumos en 0,76, la de materia prima en 0,145.

Finalmente se elaboró un análisis costo-beneficio del plan, que dio como resultado que por cada sol invertido la empresa obtendría 0,76 céntimos de ganancia.

Palabras Claves: Mantenimiento, Confiabilidad, Productividad, Máquinas.

ABSTRACT

Constructions Reyes S.R.L. is a company dedicated to the manufacture, repair and provides other services to the oil, fishing and mining industry and does not have a line defined production per in the development process of their production failures and breakdowns are continuously present by reason of inadequate maintenance system causing economic losses of time, production and shortens the lifetime of the machines, since often the workload cannot be carried in parallel with the state of operation of the machine they are required work even with its faults and fault that present at the time.

To carry out the research, the critical points that cause failures of the current situation of the machines, doing a cost analysis to determine the effects on productivity were diagnosed, the results were that for the case of lathe 1 mostly fails is the wear of the guide and pinions rule; about 2, lubrication; around 3 wear pinions guide and train rule; around 4 oring wear; around 5, wear pinion; elbow brush wear pinions; saw electric tape wear and lack of lubrication and poor housekeeping. Later, preventive maintenance programs for the machines involved in the manufacturing process were developed, and then implement them, that event led to the minutes of stops are reduced by 97,25%, fault frequencies is 85, 71%, mechanical failure costs by 76%, total production increased to 7,153 products, revenue increased to S /. 699,401, money forgone was reduced to S /. 48 803,21. Continually productivity indicators were evaluated after implementation of the plan, resulting in productivity of hours worked increased by 0,027; 0,76 of inputs, the raw material at 0,145.

Finally, a cost-benefit analysis of the plan, which resulted in each company invested sun would get 0,76 cents profit was developed.

Keywords: Maintenance, Reliability, Productivity, Machines.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
CARÁTULA CON JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	15
2.1 Antecedentes del problema.....	15
2.2 Fundamentos Teóricos.....	17
2.2.1 Procesos de Manufactura.....	17
2.2.2 Mantenimiento.....	17
2.2.3 Objetivos del Mantenimiento.....	18
2.2.4 Tipos de Mantenimiento.....	18
2.2.5 Confiabilidad.....	20
2.2.6 Análisis de Weibull.....	21
2.2.7 Fallas.....	25
2.2.8 Avería.....	25
2.2.9 Productividad.....	25
2.2.10 Productividad en la Administración del Mantenimiento de Industrias Manufactureras.....	26
2.2.11 Componentes de las Máquinas.....	27
III. RESULTADOS.....	30
3.1 Diagnóstico de Situación de la Empresa.....	30
3.1.1 Reseña Histórica.....	30
3.1.2 Misión.....	30
3.1.3 Visión.....	31
3.1.4 Política de Calidad.....	31
3.1.4.1 Objetivos de la Calidad.....	31
3.1.5 Organigrama.....	32
3.1.6 Manual de Funciones.....	32
3.1.7 Trabajadores.....	34
3.1.8 Responsables.....	35
3.1.9 Máquinas.....	36
3.1.10 Datos Técnicos de los motores de las máquinas.....	37
3.2 Descripción del Sistema de Producción.....	37
3.2.1 Productos.....	39
3.2.2 Materiales e Insumos.....	51
3.2.3 Costo de Producción.....	53

3.2.4	Sistema de Producción.....	58
3.2.5	Análisis para el Proceso de Producción.....	60
3.2.6	Indicadores Actuales de Producción y Productividad.....	61
3.2.6.1	Indicadores Actuales de Producción.....	61
3.2.6.2	Indicadores Actuales de Productividad.....	67
3.2.7	Indicadores Actuales de Mantenimiento.....	74
3.2.7.1	Tiempo Medio Entre Fallas.....	74
3.2.7.2	Tiempo Medio de Reparación.....	75
3.2.7.3	Disponibilidad.....	76
3.2.7.4	Disponibilidad Total.....	77
3.3	Identificación de Problemas en el Sistema de Producción.....	77
3.3.1	Costos de Mantenimiento.....	77
3.3.2	Horas Extras.....	82
3.3.3	Enfoque de Falta de Lubricación.....	83
3.3.4	Minutos de Paro.....	87
3.3.5	Descripción de Fallas Mecánicas del mes con mayor cantidad de Minutos de paro.....	89
3.3.6	Frecuencia de Fallas.....	91
3.3.7	Costo de Fallas Mecánicas por Máquina.....	94
3.3.8	Descripción del Costo de Fallas Por Máquinas por mes.....	96
3.3.9	Asignación de Porcentajes de los Costos de Fallas Mecánicas de los Meses con Mayores Costos.....	100
3.3.10	Depreciación.....	102
3.4	Desarrollo de la implementación de la Propuesta de Mejora en el Sistema De Producción.....	103
3.4.1	Confiabilidad del Torno 1.....	103
3.4.2	Confiabilidad del Torno 2.....	105
3.4.3	Confiabilidad del torno 3.....	107
3.4.4	Confiabilidad del Torno 4.....	109
3.4.5	Confiabilidad del Torno 5.....	111
3.4.6	Confiabilidad del Taladro Fresador.....	113
3.4.7	Confiabilidad de la Máquina de Soldar 1.....	115
3.4.8	Confiabilidad de la Máquina de Soldar marca Miller.....	117
3.4.9	Confiabilidad del Cepillo de Codo.....	119
3.4.10	Confiabilidad de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	121
3.5	Plan de Mantenimiento Preventivo en Construcciones Reyes S.R.L.	124
3.5.1	Objetivo General.....	124
3.5.2	Objetivos Específicos.....	124
3.5.3	Entradas y Salidas del Pan de Mantenimiento Preventivo.....	124
3.5.4	Pasos Básicos para el Desarrollo del Mantenimiento Preventivo.....	125
3.5.5	Actividades del Programa de Mantenimiento Preventivo.....	125
3.6	Sistema de Información del Programa de Mantenimiento Preventivo.....	126
3.6.1	Inventario de maquinarias.....	126
3.6.2	Ficha Técnica.....	128
3.6.3	Carta de Lubricación.....	128
3.6.4	Control de Lubricación.....	128
3.6.5	Historia de máquinas y equipos.....	131

3.6.6	Costos de Mantenimiento por equipo.....	131
3.6.7	Programa de Mantenimiento Preventivo por equipo.....	131
3.6.8	Mantenimiento Autónomo.....	131
3.6.9	Inspección de máquinas.....	131
3.6.10	Programa Anual de Mantenimiento Preventivo.....	131
3.6.11	Orden de Trabajo de Mantenimiento.....	131
3.6.12	Frecuencia de Mantenimiento.....	131
3.7	Procedimiento General de Mantenimiento.....	139
3.8	Resultados de la Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	142
3.8.1	Codificación de Máquinas y Equipos.....	142
3.8.2	Inventario de Máquinas y Equipos.....	143
3.8.3	Programa de Mantenimiento Preventivo para las Máquinas.....	145
3.9	Resultados de la Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo	
	Centrado en la Confiabilidad.....	174
3.9.1	Seguimiento y Control.....	179
3.9.2	Resultados Totales de la Implementación del Plan de Mantenimiento	
	Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las maquinarias.....	180
3.9.3	Nuevos Indicadores de Mantenimiento.....	187
3.9.4	Nueva Confiabilidad.....	190
3.9.4.1	Confiabilidad del Torno 1.....	191
3.9.4.1	Confiabilidad del Torno 2.....	192
3.9.4.1	Confiabilidad del Torno 3.....	193
3.9.4.1	Confiabilidad del Torno 4.....	194
3.9.4.1	Confiabilidad del Torno 5.....	195
3.9.4.1	Confiabilidad del Taladro Fresador.....	196
3.9.4.1	Confiabilidad de la Máquina de Soldar Miller.....	197
3.9.4.1	Confiabilidad de la Máquina de Soldar 1.....	198
3.9.4.1	Confiabilidad del Cepillo de Codo.....	199
3.9.4.1	Confiabilidad de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	200
3.9.5	Indicadores de Productividad.....	201
3.10	Cuadro Comparativo de Indicadores.....	203
3.11	Análisis Costo – Beneficio.....	205
IV.	CONCLUSIONES.....	207
V.	RECOMENDACIONES.....	208
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	209
VII.	ANEXOS.....	211

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1: Organigrama.....	31
Esquema 2: Etapas de la secuencia de desarrollo de producción.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de Trabajadores de la empresa.....	34
Tabla 2: Lista de Máquinas con los respectivos operarios responsables.....	35
Tabla 3: Listado de las principales máquinas con sus características.....	36
Tabla 4: Datos Técnicos de los motores de las máquinas.....	37
Tabla 5: Cantidad de Productos Fabricados desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	40
Tabla 6: Cantidad de Equipos Reparados desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	46
Tabla 7: Otros Servicios ofrecidos desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	49
Tabla 8: Características del aceite Turbinol 68.....	52
Tabla 9: Costos Fijos desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	54
Tabla 10: Costos de Materia Prima desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	54
Tabla 11: Costos de Energía Eléctrica desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	55
Tabla 12: Costo de Insumos Directos desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	56
Tabla 13: Costos de Insumos Indirectos desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	56
Tabla 14: Costos Totales de Producción desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	57
Tabla 15: Productos con mayor demanda desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	59
Tabla 16: Proceso de Fabricación de los Productos con mayor demanda desde Julio del 2014 a Julio del 2015 en orden de ejecución.....	60
Tabla 17: Producción Real desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	62
Tabla 18: Producción Real desde Julio de 2014 a Julio de 2015-Fabricación.....	62
Tabla 19: Producción Real desde Julio de 2014 a Julio de 2015 – Reparación.....	63
Tabla 20: Producción Real desde Enero de 2014 a Enero de 2015 – Otros Servicios.....	64
Tabla 21: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	64
Tabla 22: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015 – Fabricación.....	65
Tabla 23: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015 – Reparación.....	66
Tabla 24: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015 – Otros Servicios.....	66
Tabla 25: Indicador de Productividad Total de Materia Prima desde el mes	

De Julio de 2014 al mes de Julio de 2015.....	68
Tabla 26: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015 – Fabricación.....	69
Tabla 27: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015 – Reparación.....	70
Tabla 28: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015 – Otros Servicios.....	71
Tabla 29: Indicador de Productividad Total de Horas Hombre Trabajadas desde El mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	72
Tabla 30: Indicador de Productividad total de Insumos desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	73
Tabla 31: Tiempo Medio Entre Fallas por Máquina desde Julio de 2014 a Julio del 2015.....	74
Tabla 32: Tiempo Medio de Reparación de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	75
Tabla 33: Disponibilidad de las Maquinarias desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	76
Tabla 34: Costos de Mantenimiento de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	78
Tabla 35: Costo de Parada por Máquina desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	80
Tabla 36: Costo de Mantenimiento de Julio de 2014 a Julio de 2015 con Costo de Parada por Máquina.....	81
Tabla 37: Horas extras empleadas desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	83
Tabla 38: Minutos de Paro de los Tornos desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	87
Tabla 39: Minutos de Paro de las demás máquinas desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	88
Tabla 40: Identificación de las mayores cantidades de minutos de paro con la Asignación de fallas mecánicas de los tornos desde julio de 2014 a Julio de 2015.....	89
Tabla 41: Identificación de las mayores cantidades de minutos de paro con la Asignación de fallas mecánicas de las demás máquinas desde Julio De 2014 a Julio de 2015.....	90
Tabla 42: Frecuencia de Fallas expresado en número de veces de las máquinas Más utilizadas desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	92
Tabla 43: Frecuencia de Fallas Mecánicas en cada uno de los tornos de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	92
Tabla 44: Frecuencia de Fallas Mecánicas en cada uno de los tornos de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	93
Tabla 45: Costo de Fallas Mecánicas de los Tornos de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	94
Tabla 46: Costo de Fallas Mecánicas de las demás máquinas de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	95
Tabla 47: Costos de Fallas mecánicas de los Tornos por mes.....	96
Tabla 48: Costos de Fallas mecánicas de las demás máquinas.....	96
Tabla 49: Costos de Fallas mecánicas del Torno 1 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	97
Tabla 50: Costos de Fallas mecánicas del Torno 2 del mes con mayor costo de	

Julio de 2014 a Julio de 2015.....	97
Tabla 51: Costos de Fallas mecánicas del Torno 3 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	97
Tabla 52: Costos de Fallas mecánicas de Torno 4 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	98
Tabla 53: Costos de Fallas mecánicas del Torno 5 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	98
Tabla 54: Costos de Fallas mecánicas del Cepillo de Codo del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	98
Tabla 55: Costos de Fallas mecánicas de a Máquina de Soldar 1 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	99
Tabla 56: Costos de Fallas mecánicas de la Máquina de Soldar marca Miller del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	99
Tabla 57: Costos de Fallas mecánicas de la Sierra Eléctrica del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	99
Tabla 58: Costos de Fallas mecánicas del Taladro Fresador del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015.....	100
Tabla 59: Costos de Fallas Mecánicas de los tornos desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	100
Tabla 60: Costos de Fallas Mecánicas de las demás máquinas desde Julio de 2014 a Julio de 2015.....	101
Tabla 61: Condición de estado de Depreciación de las maquinarias.....	102
Tabla 62: Organización de Datos del Torno 1.....	103
Tabla 63: Organización de Datos del Torno 2.....	105
Tabla 64: Organización de Datos del Torno 3.....	107
Tabla 65: Organización de Datos del Torno 4.....	109
Tabla 66: Organización de Datos del Torno 5.....	111
Tabla 67: Organización de Datos del Taladro Fresador.....	113
Tabla 68: Organización de Datos de la Máquina de Soldar marca Miller.....	115
Tabla 69: Organización de Datos de la Máquina de Soldar 1.....	117
Tabla 70: Organización de Datos del Cepillo de Codo.....	119
Tabla 71: Organización de Datos de la Sierra Eléctrica.....	121
Tabla 72: Cuadro de Confiabilidad de las máquinas desde Julio de 2014 a Julio De 2015.....	123
Tabla 73: Inventario de Máquinas y Equipos.....	127
Tabla 74: Ficha Técnica.....	128
Tabla 75: Carta de Lubricación.....	129
Tabla 76: Control de Lubricación.....	128
Tabla 77: Historia de Máquinas.....	132
Tabla 78: Costo de Mantenimiento por Máquina.....	133
Tabla 79: Programa de Mantenimiento Preventivo por Máquina.....	134
Tabla 80: Mantenimiento Autónomo.....	135
Tabla 81: Inspección de Máquinas.....	136
Tabla 82: Orden de Trabajo de Mantenimiento.....	137

Tabla 83: Frecuencia de Mantenimiento.....	138
Tabla 84: Codificación de Máquinas.....	142
Tabla 85: Codificación de Máquinas y Equipos.....	144
Tabla 86: Mantenimiento Autónomo del Torno 1.....	145
Tabla 87: Mantenimiento Autónomo del Torno 2.....	146
Tabla 88: Mantenimiento Autónomo del Torno 3.....	147
Tabla 89: Mantenimiento Autónomo del Torno 4.....	148
Tabla 90: Mantenimiento Autónomo del Torno 5.....	149
Tabla 91: Mantenimiento Autónomo del Taladro Fresador.....	150
Tabla 92: Mantenimiento Autónomo del Cepillo de Codo.....	151
Tabla 93: Mantenimiento Autónomo de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	152
Tabla 94: Mantenimiento Autónomo de la Máquina de Soldar 1.....	153
Tabla 95: Mantenimiento Autónomo de la Máquina de Soldar marca Miller.....	154
Tabla 96: Carta de Lubricación del Torno 1.....	155
Tabla 97: Carta de Lubricación del Torno 2.....	156
Tabla 98: Carta de Lubricación del Torno 3.....	157
Tabla 99: Carta de Lubricación del Torno 4.....	158
Tabla 100: Carta de Lubricación del Torno 5.....	159
Tabla 101: Carta de Lubricación de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	160
Tabla 102: Carta de Lubricación del Taladro Fresador.....	161
Tabla 103: Carta de Lubricación del Cepillo de Codo.....	162
Tabla 104: Frecuencia de Inspección del Torno 1.....	164
Tabla 105: Frecuencia de Inspección del Torno 2.....	165
Tabla 106: Frecuencia de Inspección del Torno 3.....	166
Tabla 107: Frecuencia de Inspección del Torno 4.....	167
Tabla 108: Frecuencia de Inspección del Torno 5.....	168
Tabla 109: Frecuencia de Inspección del Taladro Fresador.....	169
Tabla 110: Frecuencia de Inspección del Cepillo de Codo.....	170
Tabla 111: Frecuencia de Inspección de la Máquina de Soldar 1.....	171
Tabla 112: Frecuencia de Inspección de la Máquina de Soldar marca Miller.....	172
Tabla 113: Frecuencia de Inspección de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	173
Tabla 114: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	174
Tabla 115: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	175
- Fabricación.....	175
Tabla 116: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016	
- Reparación.....	176
Tabla 117: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016	
- Otros Servicios.....	176
Tabla 118: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	177
Tabla 119: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016 – Fabricación.....	177
Tabla 120: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016 – Reparación.....	178

Tabla 121: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016 – Otros Servicios.....	178
Tabla 122: Porcentajes del Cumplimiento del Cronograma de Mantenimiento Preventivo de Agosto de 2015 a Febrero de 2016.....	179
Tabla 123: Nuevos minutos de Parada por Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	180
Tabla 124: Porcentaje de reducción de los minutos de paradas por máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	181
Tabla 125: Nuevas Frecuencias de Fallas por Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	181
Tabla 126: Porcentaje de Reducción de Frecuencia de fallas y averías por máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	182
Tabla 127: Nuevos Costos de Fallas Mecánicas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	182
Tabla 128: Porcentaje de Reducción de los Costos de Fallas Mecánicas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	183
Tabla 129: Nueva Producción Real e Ingresos Reales desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	183
Tabla 130: Verificación de cumplimiento de metas en la Producción desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	184
Tabla 131: Verificación de cumplimiento de metas de Ingresos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	184
Tabla 132: Nuevas Cantidades de Costo de Parada de Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	185
Tabla 133: Porcentaje de Reducción del Costo de Parada de Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	186
Tabla 134: Nuevos Indicadores de Productividad-Materia Prima desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	187
Tabla 135: Nuevos Indicadores de Productividad- Horas Trabajadas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	188
Tabla 136: Nuevos Indicadores de Productividad- Insumos desde Febrero de 2015 a Febrero de 2016.....	188
Tabla 137: Productividad anterior y con mejora de Insumos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	189
Tabla 138: Productividad anterior y con mejora de Horas Trabajadas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	189
Tabla 139: Productividad anterior y con mejora de Materia desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	190
Tabla 140: Organización de datos del Torno 1.....	191
Tabla 141: Organización de datos del Torno 2.....	192
Tabla 142: Organización de datos del Torno 3.....	193
Tabla 143: Organización de datos del Torno 4.....	194
Tabla 144: Organización de datos del Torno 5.....	195
Tabla 145: Organización de datos del Taladro Fresador.....	196

Tabla 146: Organización de datos de la Máquina de Soldar Miller.....	197
Tabla 147: Organización de datos de la Máquina de Soldar 1.....	198
Tabla 148: Organización de datos del Cepillo de Codo.....	199
Tabla 149: Organización de datos de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	200
Tabla 150: Cuadro de Comparación de la Nueva Confiabilidad de las máquinas.....	201
Tabla 151: Nuevos Indicadores de Productividad-Materia Prima desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	201
Tabla 152: Nuevos Indicadores de Productividad-Horas Trabajadas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	202
Tabla 153: Nuevos Indicadores de Productividad-Insumos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	202
Tabla 154: Productividad anterior y con mejora de Insumos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	203
Tabla 155: Productividad anterior y con mejora de Horas Trabajadas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	204
Tabla 156: Productividad anterior y con mejora de Materia Prima desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016.....	204
Tabla 157: Cuadro de Análisis Costo – Beneficio.....	206

ÍNDICE DE FLUJOGRAMA

Flujograma 1: Mantenimiento General.....	137
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Weibull.....	23
Figura 2: Curva de la bañera.....	24
Figura 3: Componentes del Torno Convencional, parte 1.....	27
Figura 4: Componentes del Torno Convencional, parte 2.....	27
Figura 5: Componentes del Cepillo de Codo.....	28
Figura 6: Componentes del Taladro Fresador.....	29
Figura 7: Plano de la Empresa – Ubicación de las Máquinas.....	61
Figura 8: Visor de aceite del Torno 4.....	84
Figura 9: Visor de aceite del Torno 3.....	84
Figura 10: Visor de aceite del Torno 2.....	85
Figura 11: Visor de aceite del Torno 1.....	85
Figura 12: Visor de aceite del Taladro Fresador.....	86
Figura 13: Visor de aceite del Taladro de Columna Tipo R.30.....	86
Figura 14: Hoja Weibull del Torno 1.....	104
Figura 15: Hoja Weibull del Torno 2.....	106
Figura 16: Hoja Weibull del Torno 3.....	108
Figura 17: Hoja Weibull del Torno 4.....	110
Figura 18: Hoja Weibull del Torno 5.....	113
Figura 19: Hoja Weibull del Taladro Fresador.....	115

Figura 20: Hoja Weibull de la Máquina de Soldar marca Miller.....	116
Figura 21: Hoja Weibull de la Máquina de Soldar 1.....	118
Figura 22: Hoja Weibull del Cepillo de Codo.....	120
Figura 23: Hoja Weibull de la Sierra de Cinta Eléctrica.....	122
Figura 24: Cálculo de Confiabilidad del Torno 1 en Excel.....	191
Figura 25: Cálculo de Confiabilidad del Torno 2 en Excel.....	192
Figura 26: Cálculo de Confiabilidad del Torno 3 en Excel.....	193
Figura 27: Cálculo de Confiabilidad del Torno 4 en Excel.....	194
Figura 28: Cálculo de Confiabilidad del Torno 5 en Excel.....	195
Figura 29: Cálculo de Confiabilidad del Taladro Fresador en Excel.....	196
Figura 30: Cálculo de Confiabilidad de la Máquina de Soldar Miller en Excel.....	197
Figura 31: Cálculo de Confiabilidad de la Máquina de Soldar 1 en Excel.....	198
Figura 32: Cálculo de Confiabilidad del Cepillo de Codo en Excel.....	199
Figura 33: Cálculo de Confiabilidad de la Sierra de Cinta Eléctrica en Excel.....	200

I. INTRODUCCIÓN

Construcciones Reyes S.R.L. es una empresa cuyo proceso de producción presenta continuamente fallas y averías por motivo de un inadecuado plan de mantenimiento. Constantemente se aplican acciones correctivas a sus acciones de mantenimiento, ya que, se presentan las fallas y averías en el momento que se está realizando un trabajo y, muchas veces cuando están ejecutando una labor en estado de emergencia, generando pérdidas en múltiples aspectos como económicos, de tiempo y de producción.

La empresa se encarga de trabajos de metal mecánica cuyo mercado está regido en empresas como SAVIA con 25,48%, SAPET DEVELOPMENT S.A.C. con 26,44%, GRAÑA Y MONTERO PETROLEROS con 11,54%, E&TECH con 32%, GEOWELL S.A.C. con 15,38%, UNIPETRO PETROLEROS ABC con 1,44%, TRABAJOS MARÍTIMOS TRAMARSA con 2,40%, ESTRELLA PETROLEROS S.A.C. con 16,35% y COSMOS con 2,88%, a quienes les ofrecen todo tipo de componente de perforación, transporte, etc. Es una empresa de proceso intermitente, es decir, trabaja bajo requerimientos del cliente, para lo cuales es necesario el funcionamiento de un conjunto de máquinas, aquellas son: Cepillo de Codo, Torno 1, Torno 2, Torno 3, Torno 4, Torno 5, Taladro Fresador Sierra de Cinta Eléctrica, Taladro de Columna Tipo R.30, Taladro de columna modelo 5681082, Compresora, 2 Máquinas de Soldar, Máquina de Soldar marca Miller, Tronzadora, Amoladora, Esmeril y trabajos de oxicorte fabricando con mayor frecuencia cardanes, yugos, discos, poleas, bocinas, bombas Williams W-8510, bridas, cañones, mandriles guía, mandriles de apoyo, monódiscos, manifolds, niples, pines, stanlly valves, coples, ejes de cola, conexiones tipo botella, espárragos, plomos para varillón, ejes estriados, etc.

La mayoría de sus máquinas presentan muchas averías y fallas en sus componentes (piñones, lector de velocidades, el automático del carro transversal, canal de lubricación, etc.) y por ende necesitan ser cambiadas o reparadas para que siga su funcionamiento dejando de producir dentro del turno de trabajo. En caso de que alguna de las máquinas se detenga, alarga la producción por días, muchas veces se tiene que forzar a la máquina a trabajar presentando aún las fallas y averías en general. El que se tenga que detener una máquina, genera que deje de producir y ello conlleva a no cumplir sus objetivos económicos trazados a mediano y a largo plazo y a incrementar su costo de mantenimiento, al mismo tiempo la productividad en todos los ámbitos analizados es deficiente con las averías y fallas presentes, puesto que, ocasionó pérdidas de tiempo por paradas a falta de mantenimiento, disminución en la producción, demora en la entrega de los productos, costos innecesarios por reparación de piezas, etc. la empresa cuenta con el cronograma establecido de mantenimiento preventivo, sin embargo, éste no es cumplido.

Construcciones Reyes S.R.L. es una empresa que cuenta con un personal productivo, el no tener una estricta filosofía de mantenimiento conlleva que se originen pérdidas económicas y de tiempo por averías, fallas y por postergación de entrega de trabajos.

Mediante la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las maquinarias, la empresa puede alcanzar sus objetivos, cumpliendo rigurosamente todos los trabajos. Existirán algunos inconvenientes con el seguimiento de la propuesta de este tipo de mantenimiento, pero los resultados serán positivos, ya que, se reducirán las horas de paradas y costos de mantenimiento por causa de todo tipo de averías o desajustes de los componentes de las máquinas.

José María de bona (2009) menciona que “La revisión periódica de una instalación tiene dos ventajas claras:

- Permite minimizar el número y consecuencia de las averías y fallas, al vigilar el estado de los elementos que la constituyen y posibilitar la reparación la reposición programada.
- Permite alargar la vida útil de la instalación o al menos evitar la degradación imprevista”

Por otro lado, Cuatrecasas (2012) dice que “Es necesario que los equipos de producción operen con los máximos niveles de eficiencia y de calidad, para consolidar un sistema productivo que pueda tener como objetivos, los tres “ceros”: cero despilfarros, cero defectos, cero averías, cero fallas y problemas de seguridad.”

Amendola (2006) afirma que “Un aspecto clave RCM es reconocer que el mantenimiento asegura que un activo continúe cumpliendo su misión de forma eficiente en el contexto operacional”

Para la realización de esta investigación, se diagnosticarán los puntos críticos que originan las averías de la situación actual de las máquinas, haciendo un análisis de costos para determinar los efectos en la productividad. Posteriormente se elaborarán programas de mantenimiento preventivo para las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, para luego ser implementadas. Seguidamente se evaluarán los indicadores de productividad después de la implementación del plan. Finalmente se realizará un análisis costo-beneficio de la implementación.

Este plan de trabajo permitirá disminuir las posibles fallas y averías existentes de las máquinas, así como también, la espera para culminar la producción de alguna pieza, ya que, fundamentalmente lo dejan semi-terminado y continúan con otra labor, incrementando la productividad a través del Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de sus Maquinarias, demostrando que no

sólo es económicamente factible, sino también aumentará el porcentaje de operatividad de las máquinas.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Llamba W. (2014) en su investigación “Elaboración del Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) de la Central Hidráulica Illuchi N°2” cuyo objetivo fue el realizar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) de acuerdo a la necesidad de actualizar el plan de mantenimiento en la central hidráulica Illuchi N°2. El método empleado fue la matriz de criticidad, para luego desarrollar hojas de trabajo. El estudio reveló que el plan de mantenimiento preventivo propuesto tiene su principal enfoque en buscar los estados de falla posibles en los equipos y minimizar esta búsqueda con el método de análisis de criticidad de activos, lo cual, resultó que el equipo con más criticidad en la casa de las máquinas son los generadores y el transformador de potencia en la S/E y al disminuir esta criticidad se podrá cumplir la función de generar y suministrar energía y así garantizar una alta confiabilidad simplemente previniendo las posibles fallas que se puedan presentar en la central. Al realizar este análisis se generó una base de datos con información actual y detallada de todas las fallas que han sucedido y que posiblemente sucedan a los equipos de la central y que se encuentran registradas en el documento RCM en su retroalimentación, ya que, no basta con quedarse con el análisis en sí, a medida que vayan sucediendo fallas no consideradas, éstas deben ser incluidas en el análisis junto con su tarea proactiva asociada.
- Pirela A. (2011) en su investigación “Mantenimiento Preventivo para los Tornos Convencionales en el Departamento de Mecánica del IUTC” cuyo objetivo fue el de elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los tornos convencionales del taller de máquinas y herramientas en el departamento de mecánica del IUTC. La metodología utilizada fue de carácter descriptivo, proyectivo y de campo, para lo cual se seleccionó una población de 5 sujetos, todos pertenecientes al taller de máquinas y herramientas, como instrumento de recolección de datos se aplicó la técnica de la encuesta, con un instrumento tipo cuestionario. Concluyendo que se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para los tornos convencionales que va a servir para mejorar el funcionamiento de los equipos, así como también aumentar la productividad y la eficiencia de las máquinas herramientas.
- Gonzales M. (2015) en su investigación “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad Aplicado al Sistema Hidráulico de la Planta Generadora Huaji de Cobee” cuyo objetivo fue el de implementar un mantenimiento centrado en la confiabilidad en el sistema hidráulico de la planta generadora Huaji de Cobee. La metodología a aplicar a aplicar fue la del mantenimiento preventivo centrado en

la confiabilidad con la formación de un grupo de trabajo multidisciplinario conformado por ingenieros y técnicos eléctricos y mecánicos de las áreas de producción y mantenimiento, operadores de la planta y facilitadores. Concluyendo que el análisis RCM realizado al sistema hidráulico HP dio como resultados 5 funciones (1 principal y 4 secundarias) y 28 fallas funcionales, 7 tareas de mantenimiento propuestas (4 anuales y 3 diarias). Las tareas de mantenimiento fueron incluidas en los planes de mantenimiento anual y diario de la planta Huaji para su revisión y posterior aplicación.

- Barrios A., y Ortiz (2012) en su investigación “El mantenimiento en el desarrollo de la gestión empresarial. Fundamentos teóricos” tuvo como objetivo mejorar la ejecución del mantenimiento basado en la confiabilidad operacional de los equipos, para mejorar la productividad de la organización teniendo en cuenta el estado real de los equipos y su historial de averías mediante la implementación de la técnica de Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual, persigue un mejoramiento continuo de la productividad de la empresa mediante la participación integral de todos los trabajadores con la técnica del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Se concluye que la confiabilidad como método de análisis para determinar el nivel de operación y mantenimiento adecuado, debe realizarse basada en herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los equipos y componentes de una forma ordenada a fin de asegurar a la empresa su integridad y continuidad operacional, estas herramientas en su mayoría se basan en el cálculo de probabilísticos.
- Martínez F., Rivas E. y Matthews R. (2011) en su investigación “Análisis de Criticidad de Plataformas. Activo Integral Cantarell-PEMEX Exploración y Producción. Desarrollo e Implementación de un Modelo de Variables de Estado de Equipos y Estructuras” buscó realizar la administración de integridad, confiabilidad y mantenimiento para la optimización del mantenimiento del equipo estático en el activo integral Cantarell. La metodología que se utilizó en el estudio es la de Confiabilidad y Análisis de Criticidad, la cual, se presenta en cuatro pasos: segmentación del sistema, identificación de eventos o peligros, estimación de frecuencia de averías y estimación de consecuencia de averías. Concluyendo que este modelo logra desarrollar al equipo estático y estructuras del Activo Integral Cantarell como un sistema único, lo cual permite actualizar el análisis e imprimir las cartas de criticidad por cada plataforma del AIC. A la vez, se reportó que la criticidad del AIC es baja o media, debido a que las frecuencias de falla son menos a los valores reportados en las bases de datos internacionales. El modelo basado en variables de estado permite describir cada plataforma del AIC, mostrando valores del grado de daño y nivel de mantenimiento de cada una, lo cual permite simular con precisión las estrategias de mantenimiento que se realizarán sobre la criticidad o del perfil de riesgo.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 PROCESOS DE MANUFACTURA

Serope K. y Steven R. (200) mencionan que los procesos de manufactura son los siguientes:

- **Cilindrado:** Desplazamiento de la cuchilla de forma longitudinal a la pieza (paralelamente al eje de la máquina).
- **Refrentado:** Permite la obtención de superficies planas perpendiculares al eje de rotación de la máquina.
- **Ranurado:** Permite a obtención de cajas o ranura de revolución.
- **Tronzado:** Permite cortar o tronzar la pieza perpendicularmente al eje de rotación a la pieza.
- **Taladrado:** Permite la obtención de taladros coaxiales con el eje de rotación de la pieza.
- **Moleteado:** Permite el marcado de la superficie cilíndrica de la pieza a fin de facilitar la rotación manual de la misma.
- **Roscado:** La operación de roscado, tanto en interiores como en exteriores no es más que un caso particular de la operación de cilindrado en lo referente a su cinemática, variando respecto a aquellas condiciones de corte y la geometría de la herramienta.
- **Fresado:** Es el proceso de arranque de material que se obtiene mediante la traslación de una herramienta multi filo mientras gira alrededor del eje.
- **Escariado:** Operación consistente en agrandar y dejar con un mejor acabado superficial un agujero ya hecho. La herramienta (escariador) se acopla en el contra cabezal y se desplaza a través del eje de la máquina de forma longitudinal.
- **Roscado exterior con herramienta:** Tallado de rosca con herramienta que se desplaza longitudinalmente (a izquierdas o a derechas).
- **Roscado exterior con terraja:** Tallado de rosca mediante terraja que se acopla al contra cabezal.
- **Roscado interior con herramienta:** Tallado de rosca con herramientas que se desplaza longitudinalmente (a izquierdas o a derechas).
- **Roscado interior con macho:** Tallado de rosca mediante macho de roscar (generalmente Machos-Máquinas) que se acopla al contra cabezal.

2.2.2 MANTENIMIENTO

García (2010) afirma que el mantenimiento se define como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

José María de Bona (2009) menciona que “La revisión periódica de una instalación tiene dos ventajas:

- Permite minimizar el número y consecuencia de las averías y fallas, al vigilar el estado de los elementos que la constituyen y posibilitar la reparación o la reposición programada.
- Permite alargar la vida útil de la instalación o al menos evitar la degradación imprevista.”

2.2.3 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

En el caso del mantenimiento, su organización e información debe estar encaminada a la permanente ejecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

2.2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

- **Mantenimiento Preventivo:** Céspedes (1981) afirma que el mantenimiento preventivo se aplica fundamentalmente para impedir, mediante la adecuada planificación y programación de las intervenciones periódicas que se harán, las fallas previstas en equipos, sistemas e instalaciones, que transforman ya sea el proceso productivo o el desempeño normal del elemento dañado. Este tipo de mantenimiento, a diferencia del correctivo, tiende a conservar en las mejores condiciones las instalaciones, los equipos, los sistemas, la maquinaria, y cualquier otro elemento que esté sometido a él.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a fallas.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios:

- **Seguridad:** Las obras instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad, puesto que, se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.

- **Vida útil:** una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparaciones:** Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo.
- **Inventarios:** Es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que, se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y que se puede prever su uso en el tiempo.
- **Carga de trabajo:** La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo, puesto que, se puede reducir al minimizar las emergencias.
- **Aplicabilidad:** Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.
- **Mantenimiento Correctivo:** Según Arques (2009) el mantenimiento correctivo comprende las acciones que deberían realizarse cuando se haya producido un fallo en el equipo al objeto de dejarlo apto para el servicio.
 - **No Planificado:** Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia, ya sea, por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer.
 - **Planificado:** Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.
- **Mantenimiento Predictivo:** El mantenimiento predictivo consta de una serie de ensayos de carácter no destructivos orientados a realizar un seguimiento del funcionamiento de los equipos para detectar signos de advertencia que indiquen que alguna de sus partes no está trabajando de la manera correcta. A través de este tipo de mantenimiento, una vez detectadas las averías, se puede, de manera oportuna, programar las correspondientes reparaciones sin que se afecte el proceso de producción y prolongando con esto la vida útil de las máquinas.

2.2.5 CONFIABILIDAD

Según Smith (2011) el mantenimiento centrado en la confiabilidad se define como “Una filosofía de gestión en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar operaciones de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades de mantenimiento más efectivas en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dichos sistemas.”

Así como también afirma que “La confiabilidad operacional se aplica sustancialmente en los casos relacionados con:

- Elaboración/Revisión y planes de mantenimiento e inspección en equipos estáticos y dinámicos.
- Establecer alcances y frecuencias óptimas de paradas.
- Solución de problemas recurrentes en equipos e instalaciones que afectan los costos y la confiabilidad de las operaciones.
- Determinación de las tareas que permitan minimizar riesgos en los procesos, instalaciones, equipos y ambiente.
- Establecer procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.”

Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. Es importante puntualizar que en un programa de optimización de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

La variación en conjunto o individualidad de cualquiera de los cuatro parámetros, afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema, los cuales son:

- Confiabilidad del proceso.
- Confiabilidad humana.
- Mantenimiento de equipos.
- Confiabilidad de equipos.

La norma SAE JA1011 presenta criterios contra los cuales se puede comparar un proceso; por ejemplo, si el proceso satisface los criterios, el usuario puede, en confianza, llamarlo un “Proceso MCC” evitando las distorsiones.

Por eso, sólo existe una metodología MCC y es universal, se debe basar en responder las siguientes preguntas según Améndola (2006), las cuales son:

- ¿Cuál es la función del activo?
- ¿De qué manera puede fallar?
- ¿Qué origina la falla?
- ¿Qué pasa cuando falla?
- ¿Importa si falla?
- ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?
- ¿Qué pasa si no podemos prevenir las fallas?

Según Dairo Mesa, Yesid Ortiz y Manuel Pinzón (2006) “La confiabilidad puede ser definida como la confianza que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación, otra definición importante de confiabilidad es: probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante el intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

Juan Carlos Darte (2006) especifica que “La metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad es aplicable en equipos y/o sistemas críticos para la producción, seguridad y ambiente, en equipos y/o sistemas con altos costos de mantenimiento, en equipos y/o sistemas genéricos con un alto costo de colectivo de mantenimiento y particularmente, si no existe confianza en el mantenimiento existente.

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad busca definir estrategias de mantenimiento que:

- Mejoren su seguridad.
- Mejoren el rendimiento operacional de los activos.
- Mejoren la relación costos/riesgo – efectividad de las tareas de mantenimiento.
- Sean aplicables a las características de una falla.
- Sean efectivas en mitigar las consecuencias de las fallas, es decir, un mantenimiento que funcione y sea a un costo efectivo.
- Sena documentados y auditables.

La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado.

2.2.6 ANÁLISIS DE WEIBULL

Permite conseguir un verdadero entendimiento de la manera cómo fallan los equipos, para lo cual es necesario determinar sus parámetros de falla, mediante el análisis de tiempos de vida de componentes soportado por el Análisis Weibull. La fórmula de Weibull está dada de la siguiente manera:

$$R(t) = e^{-(t/\eta)^\beta}$$

Donde:

$R(t)$ = Confiabilidad en el tiempo t

t = Tiempo considerado.

η = Vida característica, está definida como el tiempo en el cual el 63,2% de la población habrá fallado.

β = Factor de forma = 1 (distribución exponencial) el cual indica fallas aleatorias.

Con este análisis se puede solucionar los siguientes problemas:

- Pronósticos y predicción de fallas.
- Evaluación de planes de acción correctivos.
- Justificación de cambios de ingeniería.
- Definición y planeación de estrategias de mantenimiento y reemplazo costo-efectivas.
- Pronóstico de repuestos.
- Predicción de costos.

La confiabilidad según la Distribución de Weibull viene dada por:

$$TPEF = \frac{1}{e^{(t/V)^K}}$$

Donde:

TPEF = Tiempo promedio entre fallas.

V = Edad característica de fallas

K = Parámetro de forma

t = Tiempo de cálculo

La distribución Weibull es un modelo apropiado para modelar tiempos de falta de productos compuestos por muchas partes con distribuciones de vida comparables donde el producto falla cuando una de las partes falla, es decir el tiempo de falla del producto es igual al tiempo de falla mínimo de las partes que lo conforman (falla de eslabón más débil). En la figura 1 se muestra un ejemplo de la gráfica de Weibull.

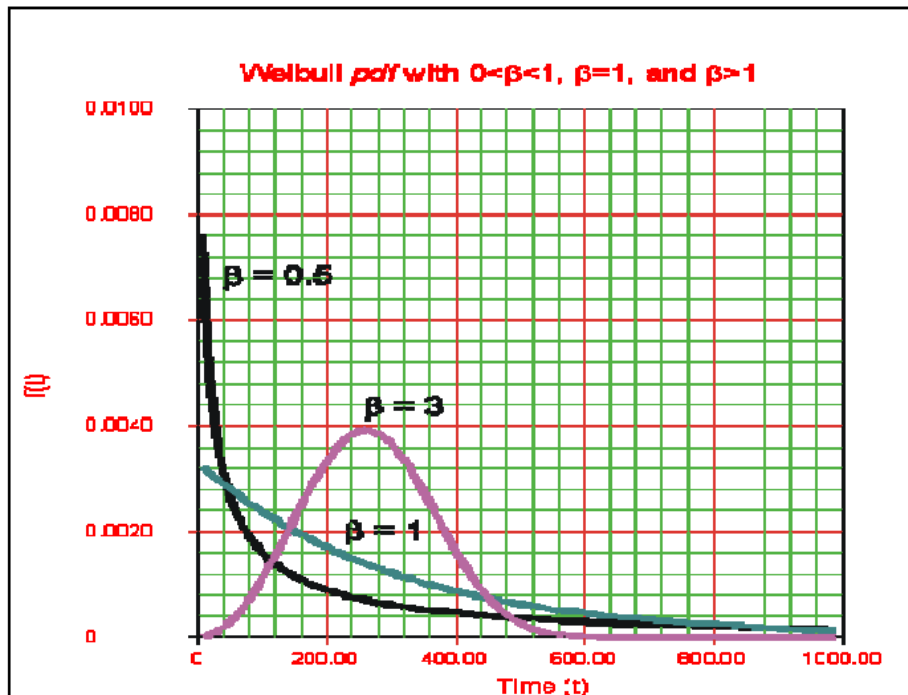


Figura 1: Diagrama de Weibull

Fuente: Quiroga A y Windmuler “Manual de procedimientos para el diseño de proyectos de inversión de capital basado en aspectos de confiabilidad”, Caracas, 2002.

Período de vida de los equipos: la curva de bañera (Bathtub Curve) representa la probabilidad de fallo instantáneo de un elemento que se comporta inicialmente de forma decreciente (a esta zona se le denomina de mortalidad infantil), en su vida media con una probabilidad de fallo casi constante (zona de vida útil), y finalmente con probabilidad de fallo que aumenta con la edad (zona de desecho, wearout). Esta curva es muy habitual en elementos reales, aunque en la práctica muchas veces se simplifique estudiando únicamente su zona central, que tiene tasa de fallo constante.

En la siguiente figura 2 se puede ver la representación de la curva típica de la evolución de la tasa de fallos.

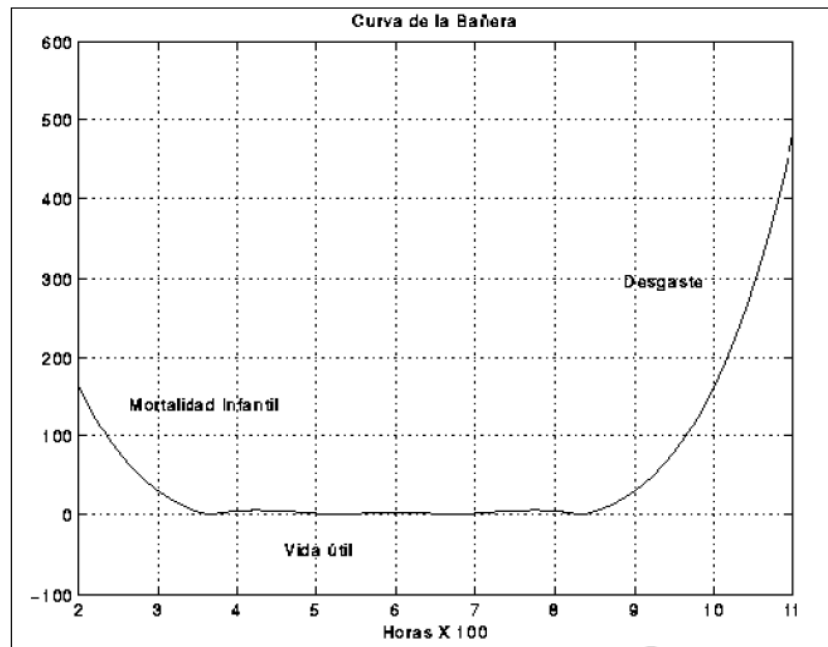


Figura 2: Curva de la bañera

Fuente: Quiroga A y Windmuler “Manual de procedimientos para el diseño de proyectos de inversión de capital basado en aspectos de confiabilidad”, Caracas, 2002.

La primera etapa de fallos iniciales corresponde generalmente a la existencia de dispositivos defectuosos o instalados indebidamente con una tasa de fallos superior a la normal. Esta tasa de fallos elevada va disminuyendo con el tiempo hasta alcanzar un valor casi constante ($\beta < 1$).

La segunda etapa de fallos normales también llamada de fallos aleatorios, es debida principalmente a operaciones con solicitaciones superiores a las proyectadas y se presentan de forma aleatoria e inesperada. El comportamiento de la tasa es constante durante esta etapa y los fallos son debidos a las propias condiciones normales de trabajo de los dispositivos a solicitaciones ocasionales superiores a las normales ($\beta = 1$).

La tercera etapa de fallos de desgaste es debida a la superación de la vida prevista del componente cuando empiezan a aparecer fallos de degradación como consecuencia del desgaste. Se caracteriza por un aumento rápido de la tasa de fallos ($\beta > 1$).

Los parámetros que definen la distribución de Weibull son los siguientes:

γ (gamma): por definición la función densidad de probabilidad es cero para $t < \gamma$. La forma más general de la distribución de Weibull es considerando $\gamma = 0$, en cuyo caso el análisis coincide con el inicio del funcionamiento del equipo o componente.

β (beta): llamado también parámetro de forma, este valor determina la forma de la distribución. Los valores de este parámetro hace que la forma que tome se aproxime a las diferentes distribuciones (cuando $\beta < 1$ toma forma de la función hiperbólica, $\beta = 1$ toma la forma de distribución exponencial, etc.)

η (eta): la forma de la extensión de la distribución es proporcional a este valor.

2.2.7 FALLAS

Olarte W., Botero M. y Cañon B. afirman que falla es el “Deterioro o daño presentado en una de las piezas de una máquina el cual produce trastorno en su funcionamiento” mientras que las paradas son las “Interrupciones ocasionadas por fallas presentadas en las máquinas que conforman un proceso de producción”.

2.2.8 AVERÍA

Estado de no funcionamiento de uno o algunos elementos. Es un estado en que se encuentra un equipo, que no cumple con las condiciones de funcionamiento.

2.2.9 PRODUCTIVIDAD

Según Oakley (1973) “La productividad es la relación que existe entre las cantidades de bienes producidos y las cantidades de recursos utilizados en la producción”. Sus indicadores son:

$$\text{índice de Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recurso Utilizado}}$$

$$\text{índice de Mano de Obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{costo hora mano de obra} + \text{N}^\circ \text{de horas empleadas}}$$

$$\text{índice de Materia Prima} = \frac{\text{Producción}}{\text{Costo Total de Materia Prima}}$$

$$\text{índice de Insumos} = \frac{\text{Producción}}{\text{Costo Toral de Insumos Empleados}}$$

$$\begin{aligned} & \text{índice de Productividad Total (IPT)} \\ & = \frac{\text{Producción}}{\text{Costo de M. O. + Costo Total de M. P. +} \\ & \quad \text{Depreciación + Gastos}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \% \text{ de Variación de la Productividad respecto al período anterior:} \\ & = \frac{(\text{IPT del período } n) - (\text{IPT del período } n - 1)}{\text{IPT del período } n - 1} \end{aligned}$$

2.2.10 PRODUCTIVIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE INDUSTRIAS MANUFACTURERAS

Pritchard (1990) analiza la palabra PRODUCTIVIDAD, que se descompone en dos términos: PRODUCCIÓN y ACTIVIDAD. Esto es lo que ha conducido durante muchos años a creer que este concepto está asociado únicamente a la actividad productiva de ciertas áreas de una empresa y ha limitado su utilización en otras áreas que no clasifican como tal.

La eficiencia es “la proporción de los resultados generados en relación con los estándares de resultados prescritos”, y la eficacia “es el grado en que se logran metas u objetivos de interés para la empresa”.

Entonces la eficiencia en el mantenimiento es también la organización usa el equipo o maquinaria para producir sus productos, y la eficacia es qué tanto la organización alcanza sus objetivos de cero fallas, mantenimiento correctivo mínimo y mayor disponibilidad de equipo.

2.2.11 COMPONENTES DE LAS MÁQUINAS

Los tornos convencionales presentan los componentes descritos en la figura siguiente:

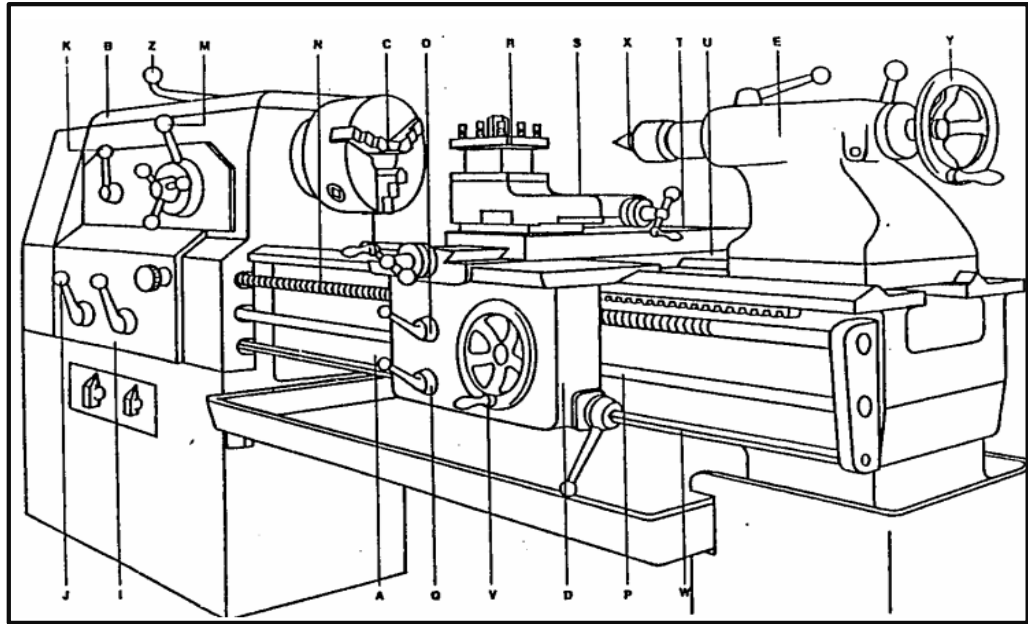


Figura 3: Componentes del Torno Convencional, parte 1

Fuente: SENATI, "Manual de Mantenimiento", 1995.

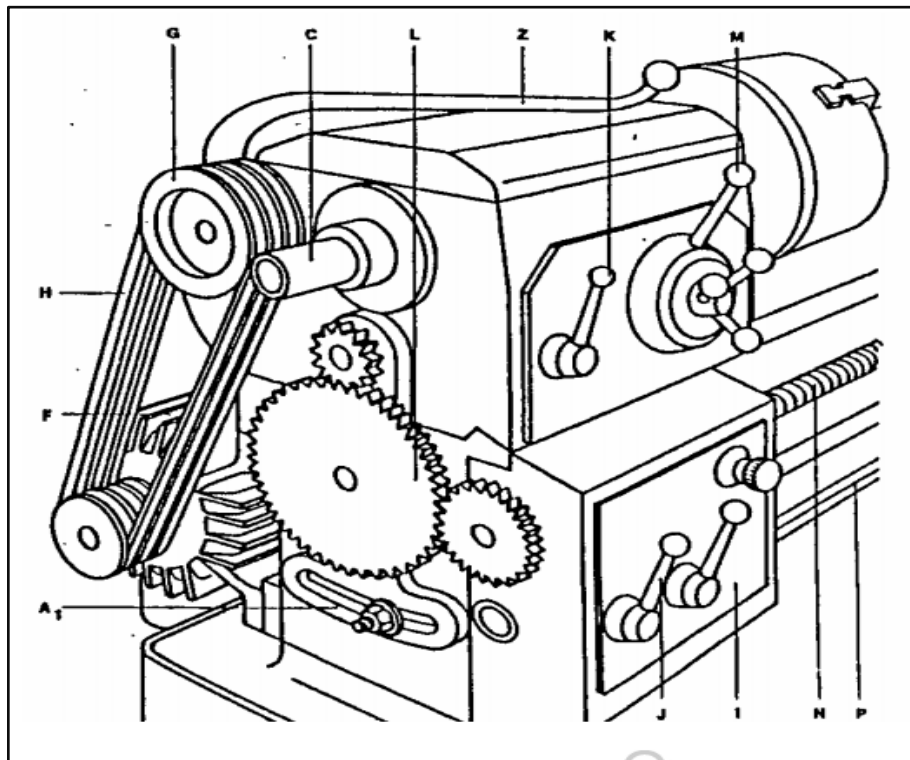


Figura 4: Componentes del Torno Convencional, parte 2

Fuente: SENATI, "Manual de Mantenimiento", 1995.

- A** : Bancada
- B** : Cabezal del Motor
- C** : Husillo
- D** : Carro
- E** : Cabezal móvil
- F** : Motor
- G** : Polea
- H** : Correas Trapeciales
- I** : Caja de cambio de velocidades de avance
- J** : Palanca de cambio de velocidades de avance
- L** : Engranajes de unión entre el husillo y la caja de cambios
- M** : Palanca del cambio de velocidades del husillo
- N** : Barra de roscar
- O** : Palanca de acoplamiento con la barra de roscar
- P** : Barra de cilindrar
- Q** : Palanca para la transmisión del movimiento de la barra de cilindrar al carro superior
- R** : Portaherramientas
- S** : Carro portaherramientas
- T** : Carro Transversal
- U** : Puente del carro
- V** : Volante para el desplazamiento longitudinal del carro
- W** : Barra de transmisión para el mando del embrague de la barra de cilindrar
- X** : Contrapunto
- Y** : Volante del cabezal móvil
- A1**: Soporte para engranajes, llamado lira.

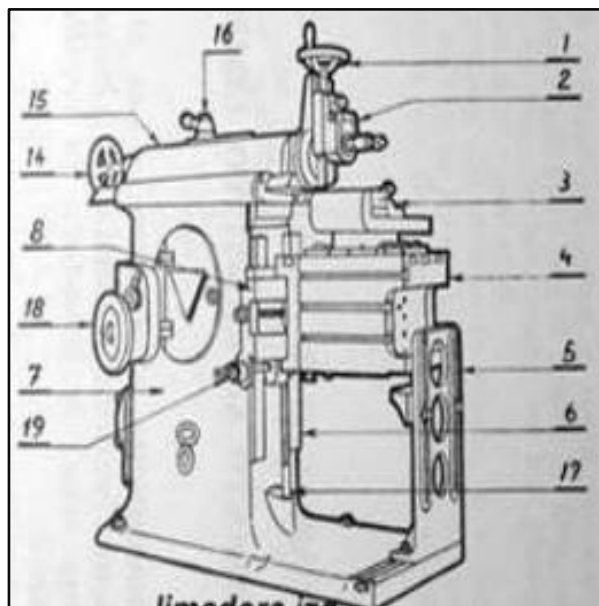


Figura 5: Componentes del Cepillo de Codo
 Fuente: SENATI, “Manual de Mantenimiento”, 1995.

1. Volante para bajar o subir el Charriot o carro porta herramientas
2. Carro porta herramientas
3. Mordaza para sujeción de las piezas
4. Mesa
5. Soporte para apoyo de la mesa
6. Soporte para apoyo de la mesa
7. Bancada
14. Volante para situar el recorrido del carnero
15. Torpedo o carro porta herramienta
16. Palanca para fijar el carnero en la situación seleccionada
17. Husillo para movimiento vertical del conjunto carro – mesa
18. Volante para mover manualmente el carnero, solamente con máquina parada
19. Eje para colocación de la palanca de accionamiento de subir y bajar carro – mesa.

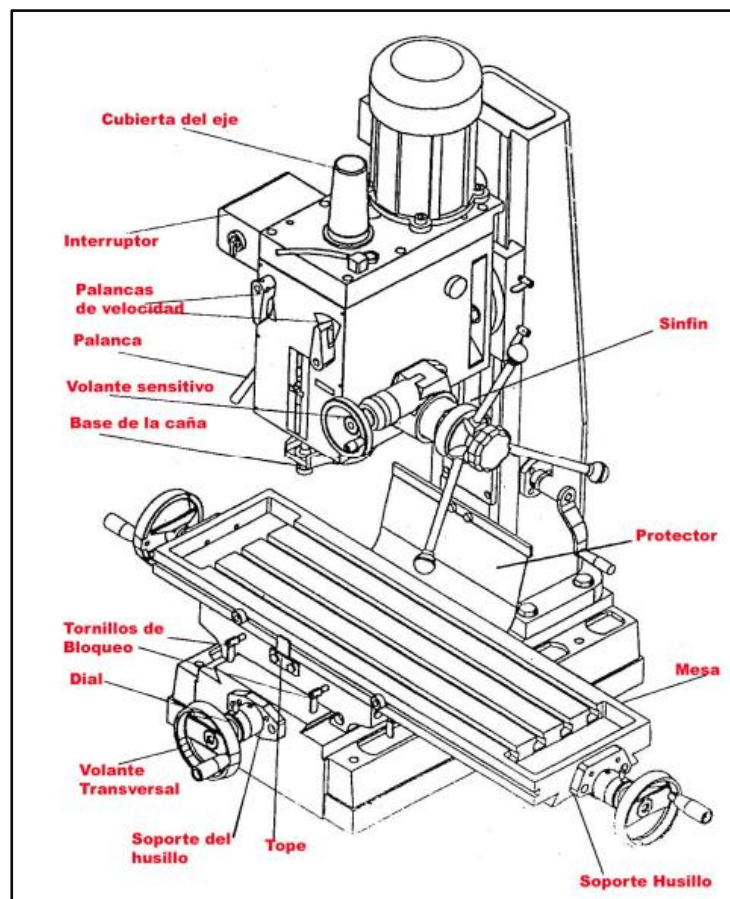


Figura 6: Componentes del Taladro Fresador

Fuente: Manual de Máquina – Herramienta Pilses

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN DE LA EMPRESA

Construcciones Reyes S.R.L. desde inicios de sus operaciones se dedicó a la preparación, reparación, adaptación de piezas para la industria petrolera, pesquera y minera. Los mismos que son atendidos a solicitud de las empresas que así lo requieran, las mismas que en sus órdenes de compra o requerimientos registran el tipo de material en el que se prepararán las piezas, así como sus medidas, las que en su mayoría se trata de medidas especiales porque son de piezas de reposición y para casos de emergencia, por lo que la empresa realiza operaciones de carácter especial y no se trata de una línea de producción definida.

3.1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Construcciones Reyes S.R.L. fue fundada el 16 de Julio de 1999 con RUC 20440919767.

La empresa con sus once años de labores ininterrumpidos ha logrado posicionarse en el mercado local donde se cuenta con un prestigio que le permite competir con otras empresas dedicadas al mismo tipo de gestión y es por este motivo que cuenta con la confianza de casi el 75% de las empresas que operan en la zona como son: Petróleos del Perú Petroperú, SAVIA PERÚ S.A., GRAÑA Y MONTERO PETROLERA S.A., IMI DEL PERÚ S.A., GEOWELL SAC. Y F. SUCURSAL DEL PERÚ, Transportes Saldarriaga E.I.R.L. como queda demostrada con sus clientes que requieren de sus servicios. Cuenta con instalaciones físicas en la ciudad de Talara, departamento de Piura así como la maquinaria y equipos como son Tornos, Cepillo de Codo, Taladros de Columna, Taladro Fresador, Compresora, Máquinas de Soldar, Herramientas de medición, etc. Donde sólo se realizan los trabajos encargados, mediante órdenes de compras o requerimientos, los mismos que son llevados a cabo por su personal calificado.

Actualmente al adecuarnos a los cambios para mejorar nuestros estándares de calidad que plantean nuestros principales clientes, estamos encaminados a concretizar nuestras metas para generar nuevas oportunidades y por ende lograr a futuro una mejor calidad de vida para nuestros trabajadores y sus familias.

3.1.2 MISIÓN

Construcciones Reyes S.R.L. es una empresa dedicada a la preparación y reparación de piezas para la industria petrolera, pesquera, minera. Mantenemos un Sistema de Gestión de la Calidad que nos permite

constantemente verificar y mejorar nuestros productos, mediante la estandarización de los procesos, el trabajo en equipo, el mejoramiento continuo, el uso de la tecnología y de personal calificado, preservando en todas nuestras actividades la integridad física de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

De esta manera servimos a nuestros clientes, satisfaciendo sus necesidades y proyectando el perfeccionamiento de nuestros productos.

3.1.3 VISIÓN

Ser líderes en el mercado laboral, en la preparación y reparación de piezas para la industria petrolera, pesquera y minera, satisfaciendo siempre las necesidades de nuestros clientes.

3.1.4 POLÍTICA DE CALIDAD

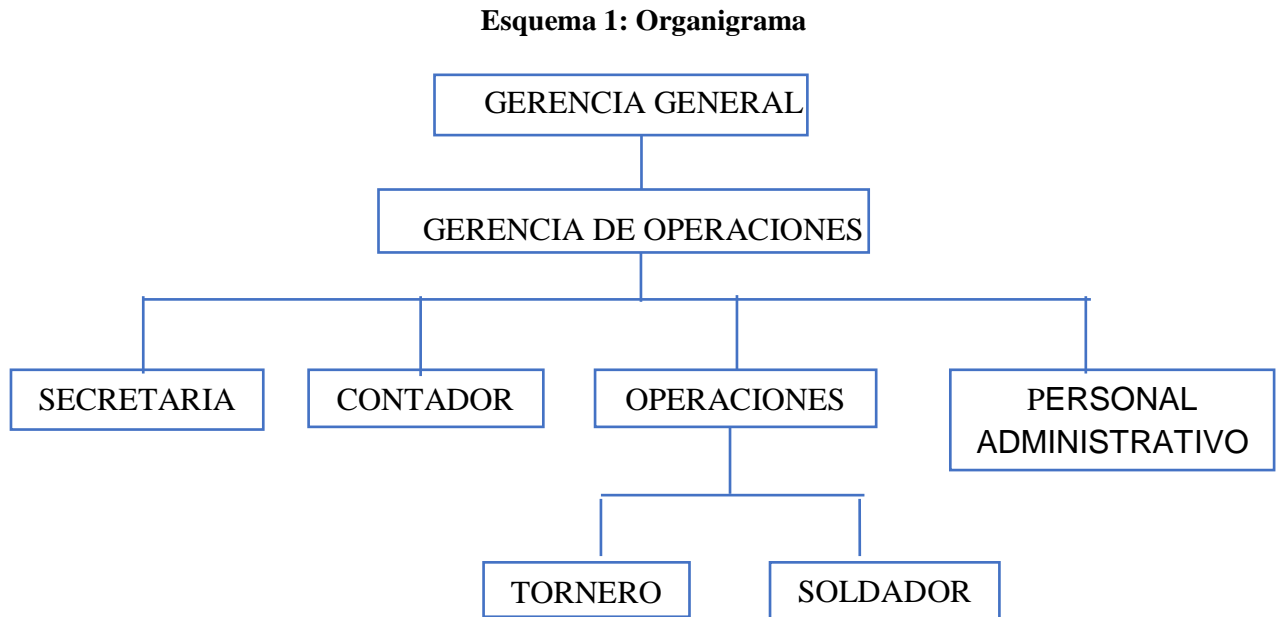
Satisfacer las necesidades de nuestros clientes a nivel local en la preparación, reparación y suministro de elementos utilizados tanto en los equipos que requiere la industria petrolera, pesquera y minera, en general, garantizando la mejor utilización de nuestros recursos humanos, tecnológicos y financieros, basándonos en el mejoramiento continuo de nuestros productos, procesos y servicios, en la retroalimentación de nuestros clientes y en la capacitación de nuestro personal, preservando en todas nuestras actividades, la integridad física de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

3.1.4.1 OBEJTIVOS DE LA CALIDAD

- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes, garantizando la calidad de nuestros productos y la atención oportuna de sus necesidades a través de la mejora de nuestra capacidad de repuesta.
- Garantizar la mejora continua de la eficacia de nuestros procesos.
- Desarrollar proyectos que permitan involucrar al personal en la mejora continua de la organización a nivel de Recursos Humanos, productos, procesos e instalaciones.

3.1.5 ORGANIGRAMA

En el esquema 1 se puede observar la estructura organizacional general de la empresa Construcciones Reyes S.R.L.



Fuente: Construcciones Reyes S.R.L.

3.1.6 MANUAL DE FUNCIONES

- a) **Gerente General:** Es el responsable de las funciones que se realizan en la unidad a su cargo, teniendo las facultades que la ley de Sociedad Mercantiles le otorga, como son conceder contratos de trabajo, contrato de arrendamiento, aperturar cuentas bancarias, contratar personal y fijar sueldos de los mismos, girar y cobrar cheques, cobrar letras de cambio, representar a la empresa ante todas las instituciones civiles y judiciales.

- b) **Gerente de Operaciones:** Es aquel que tiene a su cargo el manejo del departamento técnico dentro del que se incluye la elaboración y supervisión de proyectos, así como también brindar servicio técnico a los clientes en la correcta utilización de los productos, planea y ejecuta cualquier cambio, modificación o mejora. Tiene total autoridad en el manejo del personal a su cargo autorizada para la contratación de personal temporal para proyectos, contratación de personal definitivo junto con la gerencia general. Adicionalmente tiene autoridad total en el manejo de las ventas dentro de la responsabilidad del negocio. Tiene la libertad para negociar con los clientes y otorgar crédito tomando en cuenta ciertos criterios como: el financiamiento recibido por los proveedores, el tiempo del proyecto, el monto de la venta, la rentabilidad del proyecto y el efecto en la liquidez de la empresa.

c) **Secretaria:** Brindar a su jefe un apoyo incondicional con las tareas establecidas, además de acompañar en la vigilancia de los procesos a seguir en el área de mercado.

- Recepcionar, clasificar, sistematizar, registrar, distribuir y archivar la documentación clasificada de la oficina.
- Organizar el control y seguimiento de los documentos y/o expedientes, preparando periódicamente los informes de situación.
- Solicitar, tramitar, recepcionar, distribuir y controlar los materiales y/o útiles de oficina asignados a la oficina.
- Coordinar reuniones, concertar citas y atender o efectuar llamadas telefónicas.
- Otras que le asigne el jefe de oficina, de acuerdo a su cargo.

d) **Contador:** El cargo de contador depende funcional y jerárquicamente del gerente, dentro de las funciones tenemos:

- Las aperturas de los libros de contabilidad.
- Establecimiento de sistema de contabilidad.
- Estudios de estados financieros y sus análisis.
- Certificación de planillas para pago de impuestos.
- Aplicación de beneficios y reportes de dividendos.
- La elaboración de reportes financieros para la toma de decisiones.

e) **Tornero y Soldador:** Son aquellos que cumplen funciones relacionados con la producción de bienes finales destinados a los clientes, para lo cual se desarrollarán actividades como el diseño de plan de producción, la planeación de la producción, la administración de inventarios, el control de calidad, entre otras.

f) **Personal Administrativo:** Es aquel encargado de:

- Ingresar información en planillas, bases de dato de recursos humanos.
- Administrar información y recursos necesarios para la correcta ejecución de las distintas actividades que se desarrollan en el área el cual se desempeñan.
- Registrar la información concerniente a la recepción, almacenamiento y entrega de materiales e insumos.
- Coordinar la recepción de materiales e insumos directamente con proveedores.
- Realizar las actividades que su jefatura le instruya.

3.1.7 TRABAJADORES

La empresa cuenta con 12 trabajadores que trabajan un turno diario de 10 horas de lunes a viernes y los sábados de 3 horas con 30 minutos, el grupo está conformado por:

Tabla 1: Lista de Trabajadores de la empresa

CÓDIGO DEL PERSONAL	CARGO
GG-TZV	Gerente General
GO-RCL	Gerente de Operaciones/ Jefe de Taller
SC-DZV	Secretaria
PA-EC	Personal Administrativo
PA-TA	Personal Administrativo
C-IR	Contador
T1-JLAV	Tornero
T2-JLVY	Tornero
T3-MTO	Tornero
T4-RSL	Tornero
T5-VVR	Tornero
SL-OOJ	Soldador

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Mediante la tabla 1 pueden apreciarse los códigos que se asignaron a cada personal.

Construcciones Reyes S.R.L. no cuenta con un área de mantenimiento establecido que cubra la responsabilidad de velar por la buena operatividad de las máquinas, así como también los trabajadores reciben pocas capacitaciones otorgadas por parte del gerente o del personal a cargo.

Todas las actividades de mantenimiento correctivo que se han realizado han sido operadas dentro de sus horas de trabajo, puesto que la máquina se detiene dentro de la jornada laboral, para ello es necesario realizar esta operación, puesto que, deben cumplir con la carga de trabajo que enfrentan diariamente y, en especial deben atender los casos de emergencia que comúnmente llegan al taller.

El jefe de taller es aquella persona encargada de observar, analizar y tomar decisiones respecto a todo lo que se refiere a las necesidades del mismo incluyendo a la responsabilidad de ver por la operatividad de las máquinas, también es el encargado del orden y la limpieza del taller. El perfil es de una

persona organizada, con dotes de mando y, buen conocedor de los trabajos solicitados por los clientes.

3.1.8 RESPONSABLES

Todo operario tiene bajo su responsabilidad a una máquina asignada por el jefe de taller, quienes tienen que brindarles todos los cuidados que se le debe otorgar al menos el mantenimiento rutinario cada mañana antes de empezar la jornada laboral.

Tabla 2: Lista de Máquinas con los respectivos operarios responsables:

Operario	Máquina
T1-JLAV	Torno 1 (Ver anexo 2)
T2-JLVY	Torno 2 (Ver anexo 3)
T3-MTO	Torno 3 (Ver anexo 4)
T4-RSL	Torno 4 (Ver anexo 5)
T5-VVR	Torno 5 (Ver anexo 6)
SL-OOJ	Máquinas de Soldar (Ver anexo 13)

Fuente: Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 2 se muestra los principales responsables de las máquinas que más se utilizan en comparación con las demás máquinas. El área de producción no cuenta con un sistema único que permita que cada operario se encargue exclusivamente de un grupo de operaciones, sino que es rotativo y las demás máquinas como lo son el taladro fresador, la sierra de cinta eléctrica de cinta, los taladros de columna, la tronzadora y la amoladora lo usan todos según el requerimiento del trabajo.

3.1.9 MÁQUINAS

Tabla 3: Listado de las principales máquinas con sus características

Descripción	Marca	Año de Fabricación	Long.	Bancada	Modelo	Serie	Volteo con Escote	Volteo sin Escote	Entre Centros	Operación horas/día	% Uso Mensual
Torno 1	PINACHO	1985	2,98 m.	2 m.	ZSTP	11071105	500 mm.	700 mm.	1 500 mm.	9	25,9
Torno 2	NARDINI	1981	2,70 m.	2,15 m.	PINACHO	*	406,4 mm.	558,8 mm.	1 270 mm.	8	10
Torno 3	MASSA	1981	4,70 m.	3,63 m.	MAZDHA	*	304,8 mm.	431,8 mm.	2 971,8 mm.	9	7
Torno 4	RONAR WROCTA W	1979	3,12 m.	2,30 m.	POLAMCO TUR-50	*	279,4 mm.	*	1 700 mm.	9	16,56
Torno 5	PERNIK	1980	3,55m.	3,43 m.	PERNIK	915001	787,4 mm.	939,8 mm.	3 352,8 mm.	6	11,04
Taladro Fresador	BRIGE BORD	1982	*	*	*	*	*	*	*	5	8
Taladro de Columna tipo R.30	CUTLER HAMWE	1979	*	*	*	*	*	*	*	5	2
Cepillo de Codo	FAIR	1980	*	*	*	*	*	*	*	6	3
Compresora	CAMPELL	1983	*	*	*	*	*	*	*	7	8
Máquina de Soldar	MILLER	1985	*	*	*	*	*	*	*	9	8
Otros: Sierra de Cinta Eléctrica, Taladro de Columna Modelo 568108 y Prensa.											

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

- * Datos que no se lograron registrar en alguna base de datos hasta el mes de julio de 2015, por falta de actividades de inspección y control de características de máquinas presentes en el taller.

3.1.10 DATOS TÉCNICOS DE LOS MOTORES DE LAS MÁQUINAS

Tabla 4: Datos Técnicos de los motores de las máquinas

MÁQUINA		POTENCIA (KW)	VELOCIDAD (rpm)	FRECUENCIA (Hz)	INTENSIDAD ELÉCTRICA (A)
Torno 1		1,5	1 758	60	27
Torno 2		1,5	1 758	60	27
Torno 3		9,7	1 800	61	44
Torno 4		9,7	1 800	61	44
Torno 5		13	1 465	50	80
Cepillo de Codo		60	1 750	60	1,1
Taladro Fresador		60	1 710	60	5
Sierra Eléctrica		60	1 720	60	6,6
Taladro de Columna tipo R.30		2,1	1 400	50	5,4
Máquina de Soldar marca Miller	Primario	15	-----	60	58
	Secundario	12,76	-----	60	58
Taladro de Columna modelo 5681082		1,7	1 755	60	4,5

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Construcciones Reyes S.R.L en una empresa cuyo sistema de producción es intermitente, la cual es suficientemente flexible para manejar una gran variedad de productos y tamaños. En este tipo de sistema la empresa generalmente fabrica una gran variedad de productos, para la mayoría de ellos, los volúmenes de venta y consecuentemente las cantidad de producción son pequeños en relación a la producción total. El costo total de mano de obra especializado es relativamente alto, en consecuencia los costos de producción son más altos a los de un sistema continuo. El ciclo de producción está conformado por las siguientes etapas:

Esquema 2: Etapas de la secuencia de desarrollo de producción:



Fuente: Construcciones Reyes S.R.L.

En el esquema 2 se observa en **negrita** y con letras de otro color el proceso de fabricación, puesto que, todos los análisis, la toma de datos y el procesamiento de ellos para la ejecución del presente proyecto se centran en ese proceso.

- **Convocatoria:** Anunciar públicamente un acto en el que pueden participar muchas personas.
- **Cotización:** Es el precio que se fija para la compraventa de un bien. Es la tasación oficial que se hace de su valor (normalmente a diario), en función de criterios pre-establecidos que dependen de las órdenes de compra y de venta de ese título. Es aquel documento que el departamento de compras usa en una negociación.
- **Orden de Compra:** Constituye un depósito de información donde imputar todas las acciones que realiza la empresa en la prestación de una obra o servicio. Tanto los materiales como las horas de los operarios se acumularán en este fichero para su posterior tratamiento: análisis, facturación, etc.
- **Planificación:** Es el proceso de evaluar toda la información relevante, establecer objetivos y escoger el medio más apropiado para el logro del mismo.
- **Asignación de Recursos:** Es la distribución de activos productivos en sus diferentes usos. La manera en que una economía distribuye sus recursos (sus

factores de producción) entre los posibles usos para poder producir un determinado conjunto de bienes finales.

- **Adquisición de Materia Prima:** Cada una de las que emplea la industria para su conversión en productos elaborados.
- **Proceso de Fabricación:** Es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas.
- **Control de Calidad:** Se posiciona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad. Este componente debe poseer calidad de vida para reflejar la calidad en su trabajo.
- **Entrega del Producto:** Se realiza después de haber ejecutado un sistema aleatorio de medidas y pruebas.

3.2.1 PRODUCTOS

Construcciones Reyes S.R.L. ofrece toda una diversidad de productos en grandes cantidades que han sido entregados mensualmente a diversas empresas, dentro de sus actividades realiza la operación de fabricación, de los cuales se elaboraron productos que se mostrarán en las siguientes tablas, para ello se explicarán algunos términos:

- **NPT:** Rosca Americana cónica para Tubos
- **EUE:** External Upset End (Tubing)

Es importante mencionar que las cantidades de productos fabricados, reparados o la realización de otros servicios, cubren toda la demanda, es decir, atienden a todos los clientes y realizan las operaciones que estos le solicitan pero en diferentes tiempos debido a las constantes paradas de las máquinas que lleva a realizarse horas extras.

Tabla 5: Cantidad de Productos Fabricados desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015.

N°	PRODUCTOS	2014 (Unidades)						2015 (Unidades)						
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Abrazadores	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0
2	Adaptador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
3	Adaptador de Pin EUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	Anillos	9	0	28	0	0	0	0	0	0	12	16	33	0
5	Anillos Espaciadores para Chumaceras	0	0	0	0	6	0	0	8	0	0	0	0	0
6	Anillos para Intermedio	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
7	Árbol de Swap	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	Barras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
9	Barras Redondas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27	0
10	Beams	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Bocinas	11	0	0	16	0	15	10	3	0	0	1	8	0
12	Bocinas de fierro fundido	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Bocinas para Grúa LB-013	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0
14	Botella Caja NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
15	Botellas NPT Serie 600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
16	Bridas R-24	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
17	Bridas Roscadas de NPT	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	60
18	Buje para Motor	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Cabeza	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20	Cabeza de 4"	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
21	Calibrador	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
22	Canal Chavetero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
23	Cañería	0	0	0	0	0	0	15	0	1	0	0	0	0
24	Chavetas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	0
25	Componente de Adaptador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
26	Componente de Tuerca Unión	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Conectores de Tubo NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
28	Conectores Pin-Caja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
29	Conexiones NPT	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Conexiones NPT para Reducciones	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
31	Conexiones Tipo Botella EUE a NPT Pin-Pin	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
32	Conexiones Tipo Botella EUE box a NPT Pin	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
33	Cople Box-Box	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
33	Cople EUE Box-Box	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
34	Cople NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
35	C-plate	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
36	Discos	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
37	Eje de Pistón Hidráulico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	0	0	0
38	Eje de Transmisión	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
39	Eje para Compresor	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
40	Ejes	0	0	0	0	31	0	15	2	0	0	0	0	0
41	End-plate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
41	Espárragos	0	0	15	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0
42	Espárragos con Doble Tuerca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	31	0

43	Espárragos M-20	0	0	0	0	0	0	0	0	28	88	0	0	0
44	Estampas para Varillón	0	0	0	0	0	0	0	0	230	0	0	0	0
45	Fondos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	Gage Ring	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0
47	Grosor de Radioactivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
48	Guiadores de Varillón	0	0	0	0	0	0	0	0	150	150	0	0	0
49	Intermedios	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1
50	Lubricador de Swap EUE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
51	Mandril EUE Pin-Caja	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0
52	Mandriles de Apoyo	0	0	0	0	0	0	0	29	4	0	0	0	11
53	Mandriles Guía	0	0	0	0	0	0	0	53	29	0	0	0	65
54	Manifolds	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
55	Manifolds de Admisión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
56	Matachispas	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
57	Niples	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	8	50
58	Niples J-55	0	0	0	0	0	3	0	30	8	23	0	0	0
59	Niples NPT	0	0	0	4	0	0	0	0	8	79	0	0	0
60	Pernos	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
61	Pernos M16	0	0	0	0	0	0	95	196	0	7	0	0	0
62	Pernos M6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
63	Pescante para Macarroni NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
64	Pescante para Macarroni NPT Pin	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
65	Piezas para Toma Fuerza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
66	Pines	0	0	0	2	0	0	0	0	2	15	5	0	9
67	Pines con Agujeros Pasantes	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
68	Pines de Viela	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

69	Piñones para Saranda	0	0	0	0	6	0	6	1	0	0	0	0	0
70	Placas de Válvula	0	0	0	0	0	0	0	130	0	0	0	0	0
71	Plancha	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
72	Platina	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
73	Platina con 2 Agujeros	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
74	Platos de Retén de Rodajes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
75	Plomos	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0
76	Plomos para Varillón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	0	0	0
77	Polea con buje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
78	Polea de Corniza	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	0	0	0
79	Poleas	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0
80	Poleas con Buje	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	Poleas de Contrapeso con Cable	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
82	Poleas de Motor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	Poleas de Swab para Cable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
84	Poleas para Swab	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
85	Reducción NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0
86	Reducciones EUE Pin	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
87	Regulador	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
88	Sistema de Arrastre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
89	Sprocker Z-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
90	Sprocker Z24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
91	Sprocker Z40 Cadena 50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
92	Swible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
93	Tandem	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
94	Tapa Seguro de Drum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

95	Tapón NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
96	Tapones	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
97	Tapones Cónicos	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	Templador	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0
99	Top Sub	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
100	Tornillos	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	Tornillos de Guiadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
102	Tuerca de Castillo 12 h/p	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
103	Tuerca NPT	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
104	Uniones Bowing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
105	Vela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
106	Zapato Cíncel	0	0	7	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0
TOTAL		26	100	103	42	78	47	205	488	820	639	68	187	235

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Según la tabla 5 en el mes de julio se fabricaron bocinas en mayor cantidad, los cuales fueron otorgados en su totalidad a la empresa SAVIA S.A. ; en agosto se fabricaron Beams en mayor cantidad a comparación con los demás productos, de los cuales fueron otorgados en su totalidad a la empresa SAVIA S.A.; en el mes de septiembre se fabricaron anillos en mayor cantidad para ser entregadas a la misma empresa; en el mes de octubre se fabricaron bocinas en mayor cantidad, los que fueron entregados a la empresa GEOWELL S.A. Por otro lado, durante el mes de noviembre se fabricaron ejes en mayor cantidad los cuales tuvieron la especificación de ser de 10 y 23 dientes para ser entregados a la empresa SAPET DEVELOPMENT SUCURSAL PERÚ S.A., en el mes de diciembre los anillos para intermedio fueron los productos que más se fabricaron para la misma empresa, sin embargo, para el próximo año en el mes de enero se fabricaron en mayor cantidad los pernos que han sido entregados en su gran mayoría a la empresa SAVIA PERÚ S.A., para el caso del mes de Febrero se fabricaron en mayor cantidad los pernos M16 para unidad de bombeo que han sido entregados en su mayoría a la empresa SAVIA PERÚ S.A.; en el mes de marzo se fabricaron más estampas para varillón a comparación de los otros productos, de las cuáles en su mayoría que entregaron a la empresa E&TECH S.A., en el mes de abril se fabricaron en mayor cantidad plomos de varillón, los cuales fueron otorgados a la empresa SAPET DEVELOPMENT PERÚ S.A., en el mes de mayo y junio se fabricaron más anillos a diferencia de los demás productos expuestos, de los cuales en su mayoría se han ofrecido a la empresa SAVIA S.A. También se puede apreciar que en el caso del mes de julio se fabricaron mayor cantidad de mandriles guía cuyos productos fueron otorgados únicamente a la empresa SAVIA PERÚ S.A.

Construcciones Reyes S.R.L. también ofrece servicios de reparación a las diferentes empresas a diversos componentes y equipos, de los cuales se detallarán la siguiente tabla:

Tabla 6: Cantidad de Equipos Reparados desde Julio del 2014 a Julio del 2015

N°	PRODUCTOS	2014 (Unidades)						2015 (Unidades)						
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Bethlement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2	Bomba de Agua	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Bomba Mission	0	0	0	0	0	0	3	0	2	3	5	0	0
4	Bomba Williams W-850	3	0	8	0	0	0	9	0	0	0	0	2	0
5	Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Camión INTER	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Canaletas de Lubricación	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cañones de 2 7/8"	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
9	Churchil Modelo 40D	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
10	Compresor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
11	Embrague Modelo Arrow 1190	7	11	12	0	0	0	12	0	39	20	6	10	22
12	Encastre de 4''	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Impeller de Bomba de Agua	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Insertos de Bomba	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
15	Junk Miller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16	Lufkin 40D	0	0	0	0	0	0	38	0	5	15	0	0	0
17	Mangueras NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
18	Moto de Pluma	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	Motor	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0

20	Motor de Bomba	0	0	0	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0
21	Perico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	Pin de Biela Modelo Churchil	0	3	0	0	0	0	9	0	10	0	8	2	0
23	Pines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16	0	0
24	Poleas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25	Pozos Petroleros	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Reductor de Tina Auxiliar	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Roscas Acme	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0
28	Sistema de Suspensión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29	Stufing	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Stufing Box	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Tanque de Combustible	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
32	Tanque de Petr3leo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
33	Tenaza Top Power	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
33	Turbo Motor	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	Unidades	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	V3lvula	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Ventilador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
37	Zapato Cincel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
TOTAL		13	22	35	28	30	14	79	13	74	54	42	17	22

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Según la tabla 6 nos muestra que en los dos meses expuestos se han reparado con mayor incidencia los embragues modelo arrow 1190, los cuales en su totalidad han sido entregados a la empresa SAPET DEVELOPMENT SUCURSAL PERÚ S.A. Se detalla también que hubo mayor cantidad de reparaciones en cuanto a los churchil modelo 40D en el mes de diciembre del 2014 y de Lufkin 40D en el mes de enero de 2015, con la especificación de que sean entregados a la empresa SAPET DEVELOPMENT SUCURSAL PERÚ S.A. Construcciones Reyes S.R.L.; en el mes de febrero no hubo mucha diferencia de actividades que requieran otros servicios, sin embargo, los cañones de 2 7/8” de longitud de rosca son aquellos que fueron solicitados en mayor cantidad en comparación que los insertos de bomba, aquellos que de igual forma fueron entregados a la empresa GEOWELL S.A.; en los meses de marzo, abril y mayo se detallan los equipos que han sido reparados, teniendo como resultados mayor cantidad de reparaciones a los embragues modelo arrow 1190 para marzo y abril; pines en el mes de mayo, siendo otorgados a las empresas SAPET DEVELOPMENT SUCURSAL PERÚ S.A. y SAVIA S.A.; en los meses de junio y julio se han reparado con mayor incidencia los embragues modelo arrow 1190, los cuales en su totalidad han sido entregados a la empresa SAPET DEVELOPMENT SUCURSAL PERÚ S.A.

También ofrece otros tipos de servicios a sus diferentes clientes dentro de los cuales destaca el proceso de refrentado exterior y roscado interior del proceso en general que es torneado. A continuación, se presentarán tablas que explicarán las actividades desarrolladas en el último año de trabajo.

Tabla 7: Otros Servicios ofrecidos desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015.

N°	PRODUCTOS	2014 (Unidades)						2015 (Unidades)						
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Bocinas	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Bomba Mission	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Bomba Williams W-850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Bronces	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Cañones 3/8" NPT	0	0	0	0	0	0	0	7	22	37	2	0	0
6	Cañones de 4"	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	49
7	Cañones TCP	34	24	41	9	0	0	0	0	0	0	0	35	0
8	Cañones TCP de 4''	0	0	0	0	0	68	26	0	0	0	0	0	0
9	Caracol Interno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	Cardán	0	0	0	0	0	0	16	0	1	0	0	0	0
11	Colas de Milano	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Conexiones 2 3/8" EUE 2" NPT Pin Pin	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
13	Crank Chafl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
14	Dados Hexagonales	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Discos de 9"	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Embragues Modelo Arrow 1190	0	0	0	0	0	0	8	0	2	0	0	0	0
17	Gage Ring	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0
18	Impeller	0	0	15	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
19	Insertos de Bomba	0	0	0	0	0	0	0	6	0	14	6	0	0

20	King Pin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
21	Lubricador de 7"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	Niples 2" NPT	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23	Pines de Mástil	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
24	Plancha de Acero	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
25	Planchas	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0
26	Retén	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Rotor	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Tubo de Lubricador de 12"x 7ft.	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		34	44	64	14	37	73	69	13	48	60	8	67	53

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Mediante la tabla 7 puede apreciarse que los cañones de 4'' de longitud de rosca, los cañones de 2 7/8'' de longitud de rosca y los cañones de 3/8'' NPT de longitud de rosca son los que presentan mayor cantidad en ofrecimiento de otros servicios en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre respectivamente, aquellos requirieron roscas interiores según indicaciones presentadas por la empresa GEOWELL S.A.; en los meses de noviembre los insertos de bomba fueron aquellos productos que requirieron de otros servicios en mayor cantidad como lo son refrentado, el cilindrado exterior y pintado, de los cuales fueron entregados en su totalidad a la empresa UNIPETRO ABC S.A.; en los meses de diciembre a febrero de 2015 los cañones TCP fueron aquellos productos que requirieron mayor cantidad de otros servicios (cilindrado interior y confección de rosca) en comparación de los otros productos, de los cuales fueron entregados en su totalidad a la empresa GEOWELL S.A. en los meses de marzo, abril y mayo de 2015 los cañones TCP presentan mayor cantidad de requerimientos a comparación de los otros productos, aquellos llegaron a la empresa con la orden de realizar roscas interiores por parte de la empresa GEOWELL S.A.; en los meses de junio y julio los cañones TCP de 4'' de longitud de rosca han sido solicitados con mayor frecuencia para hacerles roscas interiores según las indicaciones que solicita la empresa GEOWELL S.A.

3.2.2 MATERIALES E INSUMOS

Construcciones Reyes S.R.L para la fabricación de sus productos, reparación de piezas y maquinado de componentes necesita de toda una variedad de materiales, dentro de las cuales son:

- Tubo acerado especial,
- Acero VCL
- Fierro fundido
- Bronce
- Plomo
- Acero SAE 1045
- Tubo n°80, etc.

Para la lubricación de las máquinas utilizan el aceite Turbinol 68, que está basado en aceites minerales especialmente seleccionados y aditivos específicos para obtener un elevado grado de estabilidad a la oxidación. Contiene además aditivos para proteger las superficies metálicas contra la corrosión y para evitar la formación de espuma, permaneciendo las propiedades de desprendimiento de aire. Cuyas ventajas son:

- Larga vida de utilización.
- Amplio rango de temperaturas.

- Buenas propiedades de desprendimiento de aire.
- Buena protección anticorrosiva, incluso en presencia de agua condensada.
- Excelente separación del agua.
- Compatibilidad con los materiales de juntas y metales no féreos.

Tabla 8: Características del aceite Turbinol 68

			32	46	68	32EP
Densidad a 15 °C	ISO3675	kg/m ³	866	871	875	866
Viscosidad Cinemática	ISO3105	mm ² /s				
@ 0 °C			325	560	1050	325
@ 40 °C			32	46	68	32
@ 100 °C			5.4	6.8	8.7	5.4
Indice de Viscosidad	ISO2909	-	105	102	100	105
Pto. de Inflamabilidad (COC)	ISO2592	°C	230	230	245	210
Pto. de Congelación	ASTM D97	°C	-12	-12	-12	-12
Nº de Neutralización	ASTM D664	mgKOH/g	0.10	0.10	0.10	0.35
TOST vida/acidez 1,000 h	ISO4263	mgKOH/g	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Protección corrosión-oxid "A"	ISO7210	-	pasa	pasa	pasa	pasa
"B"	ISO7210	-	pasa	pasa	pasa	pasa
Corrosión cobre 3h/100°C	ISO2160	-	1	1	1	1
Desprendimiento de aire 50 °C	ASTM D3427	min	<3	<3	4	<3
Desemulsión	DIN51589/1	s	<100	<100	<100	<100
Cenizas	DIN EN7	%peso	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
FZG	IP334	Escalón	-	7	7	-
Espuma Tendencia/Estabilidad	ASTM D892					
Secuencia I: 25 °C		ml	<50/0	<100/0	<100/0	20/0
Secuencia II: 95 °C			<50/0	<50/0	<50/0	20/0
Partículas	Filtro de membrana	%p	-----	-----	-----	inferior a límites de detección
Agua	DIN ISO3733	%p	-----	-----	-----	inferior a límites de detección

Fuente: BP Oil España S.A.

La empresa también requiere de una serie de insumos ya sea para utilizarlos en la ejecución del Mantenimiento Correctivo/Preventivo o para la realización cotidiana de sus operaciones. Aquellos son:

- Aceites
- Grasas
- Trapos Industriales
- Refrigerantes
- Desengrasantes
- Lijas
- Detergentes
- Supersito 7018
- Inoxidable 299
- Arcair

3.2.3 COSTO DE PRODUCCIÓN

La contabilidad de los costos es un sistema de información con el que se establece el costo incurrido al realizar un producto y la forma como fue generado, para cada una de las actividades en las que se desarrolla el proceso productivo. Los costos representan erogaciones y cargos asociados clara y directamente con la adquisición o la producción de los bienes o la prestación de los servicios, de los cuales, en este caso, Construcciones Reyes S.R.L. obtendrá sus ingresos. Para realizar la contabilidad de los costos de la empresa, se clasificarán de acuerdo su comportamiento. Los cuales son Costos Fijos y Variables. La asignación se muestra a continuación:

Costos Fijos:

- Salario del Jefe de Taller
- Salario de los operarios (5)
- Salario del Ayudante
- Salario del vigilante
- Agua

Costos Variables:

- Materia Prima
- Insumos Directos
- Insumos Indirectos
- Energía Eléctrica

En los costos variables; dentro de los insumos directos, están aquellos que son utilizados directamente para la producción como supersito 7018, inoxidable 299, arcair (utilizados para trabajos de soldadura), lijas, aceite, grasa y refrigerante; para el caso de los insumos indirectos se encuentran costos como el de los trapos industriales, desengrasantes y detergentes, dichos insumos son utilizados no directamente para la producción, pero ayudan a mantener limpia la máquina para evitar que falle por falta de limpieza y siga operando. La identificación de los Costos Fijos se explica en la siguiente tabla:

Tabla 9: Costos Fijos desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015.

Recurso	Costo (S/).
Jefe del Taller	41 600
Operarios (5)	98 800
Ayudante	13 000
Vigilante	20 800
Agua	520
Total	174 720

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La identificación y explicación de los Costos Variables se harán mediante las tablas posteriores, tal como se mencionaron anteriormente.

El servicio de agua está dentro de los costos fijos, porque Construcciones Reyes S.R.L. tiene una sola tarifa con un solo medidor, además en la segunda planta funciona una empresa de carpintería y se comparten los gastos del agua, de manera fija la empresa paga S/. 40 mensuales y ambas empresas pagan al mes S/. 80.

Tabla 10: Costos de Materia Prima desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015.

Mes	Costo de Materia Prima (S/.)
Julio 2014	39 062,079
Agosto 2014	40 196,238
Septiembre 2014	8 799,304
Octubre 2014	54 734,94
Noviembre 2014	14 272,848
Diciembre 2014	49 067,478
Enero 2015	12 221,544
Febrero 2015	19 104,462
Marzo 2015	41 114,8
Abril 2015	12 357,749
Mayo 2015	14 488,854
Junio 2015	28 069,903
Julio 2015	20 273,64
TOTAL (S/.)	353 763,839

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 10 se muestra que el costo total de Materia Prima es de S/. 353 763,839 en ese período. Así como también se aprecia que el mes con mayor costo es el mes de abril, puesto que, la empresa realizó fabricaciones con materiales que implicaron mayores costos, sabiendo aún que el mes de marzo es el más productivo. Es importante aclarar que los costos de materia prima son aquellos costos que implican la adquisición de materiales principales para la elaboración de las operaciones.

Tabla 11: Costos de Energía Eléctrica desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015.

Mes	Energía Eléctrica (S/.)
Julio 2014	450,18
Agosto 2014	590,2
Septiembre 2014	745,36
Octubre 2014	636,78
Noviembre 2014	358,35
Diciembre 2014	285,9
Enero 2015	358,68
Febrero 2015	598,25
Marzo 2015	6295,9
Abril 2015	312,56
Mayo 2015	369,34
Junio 2015	504,17
Julio 2015	637,34
TOTAL (S/.)	12 143,01

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 11 se detallan los costos de energía eléctrica mensual y, el costo total es de S/.12 143,01, además el mes de septiembre es el que tiene mayor costo, a causa de mayor producción y a que muchas veces han tenido que recurrir a emplear horas extras para cumplir con los pedidos.

Tabla 12: Costos de Insumos Directos desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015

Insumo/Mes	Precio (S/.)													TOTAL (S/.)
	Julio 2014	Agosto 2014	Septiembre 2014	Octubre 2014	Noviembre 2014	Diciembre 2014	Enero 2015	Febrero 2015	Marzo 2015	Abril 2015	Mayo 2015	Junio 2015	Julio 2015	
Supersito 7018	956	438	530	835	745	749	628	537	593	351	404	385	427	7 578
Inoxidable 299	798	290	498	356	468	573	505	581	583	294	291	184	265	5 686
Arcair	245	115	315	56	35	396	60	125	100	30	50	127	63	1 717
Lijas	720	634	660	609	589	648	589	496	457	350	382	273	381	6 788
Aceites	639	600	800	345	420	310	290	184	287	95	185	150	250	4 555
Grasas	689	523	660	597	586	605	387	548	627	398	372	285	387	6 664
Refrigerantes	367	268	1 475	257	315	312	268	158	240	195	250	184	257	4 546
TOTAL (S/.)	4 414	2 868	4 938	3 055	3 158	3 593	2 727	2 629	2 887	1 713	1 934	1 588	2 030	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 13: Costos de Insumos Indirectos desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015.

Insumo/Mes	Precio (S/.)													TOTAL (S/.)
	Julio 2014	Agosto 2014	Septiembre 2014	Octubre 2014	Noviembre 2014	Diciembre 2014	Enero 2015	Febrero 2015	Marzo 2015	Abril 2015	Mayo 2015	Junio 2015	Julio 2015	
Trapo Industrial	720	645	660	535	498	587	478	349	264	149	391	201	349	5 826
Desengrasantes	237	100	125	167	358	370	372	259	371	285	294	285	350	3 573
Detergentes	400	300	300	378	250	368	205	194	259	140	294	285	294	3 667
TOTAL (S/.)	1 357	1 045	1 085	1 080	1 106	1 325	1 055	802	894	574	979	771	993	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 12 se muestran los costos de los insumos directos, de los cuales resalta la cantidad de S/. 4 938 que pertenece al mes de septiembre en el que hubo mayor cantidad de operaciones con respecto a los demás meses. El costo total de insumos directos es de S/. 37 534.

En la tabla 13 se observa que el mes con mayores costos de insumos indirectos es el mes de julio de 2014, lo que quiere decir que no necesariamente hubo mayor producción, sino, que las operaciones realizadas requirieron mayor cantidad de trapos industriales, desengrasantes y detergentes, tal como lo es el refrentar y soldar cardanes o cañones, así como también el de reparar embragues o el de fabricar poleas (por el material se necesita mayor insumo). Los costos totales del insumo indirecto es de S/. 13 066.

Tabla 14: Costos Totales de Producción desde el mes de Julio del 2014 a Julio del 2015

Mes	Costo Fijo (S/.)	Costo Variable (S/.)	Costo de Producción Total (S/.)
Julio 2014	174 720	45 283,259	220 003,259
Agosto 2014	174 720	8 699,438	183 419,438
Septiembre 2014	174 720	15 567,664	190 287,664
Octubre 2014	174 720	59 506,72	234 226,72
Noviembre 2014	174 720	18 895,198	193 615,198
Diciembre 2014	174 720	54 271,378	228 991,378
Enero 2015	174 720	16 362,224	191 082,224
Febrero 2015	174 720	23 133,712	197 853,712
Marzo 2015	174 720	51 191,7	225 911,7
Abril 2015	174 720	14 957,309	189 677,309
Mayo 2015	174 720	17 771,194	192 491,194
Junio 2015	174 720	30 933,073	205 653,073
Julio 2015	174 720	23 933,98	198 653,98
TOTAL (S/.)			2 651 866,85

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 14 se detalla que los costos totales de producción son de S/. 2 651 866,85.

3.2.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Para mayor explicación del sistema de producción que existe en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. se detallarán en la siguiente tabla los productos con mayor demanda durante la temporalidad de estudio que es de Julio de 2014 a Julio de 2015, de los cuáles se especificarán los procesos de manufactura que se deben seguir estrictamente para la fabricación de los productos, cabe recalcar que la empresa tiene un proceso intermitente, es decir, trabajan bajo requerimientos del cliente, por lo tanto, las explicaciones que se darán a continuación corresponden a la forma general de fabricar los distintos productos sin tener en cuenta las diferentes medidas y/o características especificadas por el cliente.

Tabla 15: Productos con mayor demanda desde Julio de 2014 a Julio de 2015

OPERACIÓN	PRODUCTOS	TORNO 1	TORNO 2	TORNO 3	TORNO 4	TORNO 5	TALADRO FRESADOR	MÁQ. SOLDAR 1	CEPILLO DE CODO	MATERIAL
REPARACIÓN	Cardán				X					Tubo Acerado Especial
	Bocinas	X								Bronce
	Reducciones				X					Bronce
	Stanlly Valve		X		X					Acero Inoxidable
FABRICACIÓN	Poleas		X	X			X		X	Fierro Fundido
	Mandril guía			X	X			X		Tubo n° 80
	Mandril de apoyo			X	X			X		Tubo n° 80
	Niples	X		X	X					Acero SAE 1045
	Pines de biela	X		X				X		Acero VCL
	Eje de cola	X								Acero VCL
	Espárragos	X								Acero SAE 1045
	Plomos para varillón		X							Plomo
Ejes de 10 y 23 dientes		X					X		Acero SAE 1045	
OTROS SERVICIOS	Gange ring			X		X				Fierro Fundido

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Como puede apreciarse en la tabla 15, la empresa Construcciones Reyes S.R.L. ofrece mayores productos fabricados en cuanto a las operaciones que brinda a sus clientes. A continuación se explicarán el proceso de producción a seguir para cada producto.

Tabla 16: Proceso de Fabricación de los Productos con mayor demanda desde Julio del 2014 a Julio del 2015 en orden de ejecución

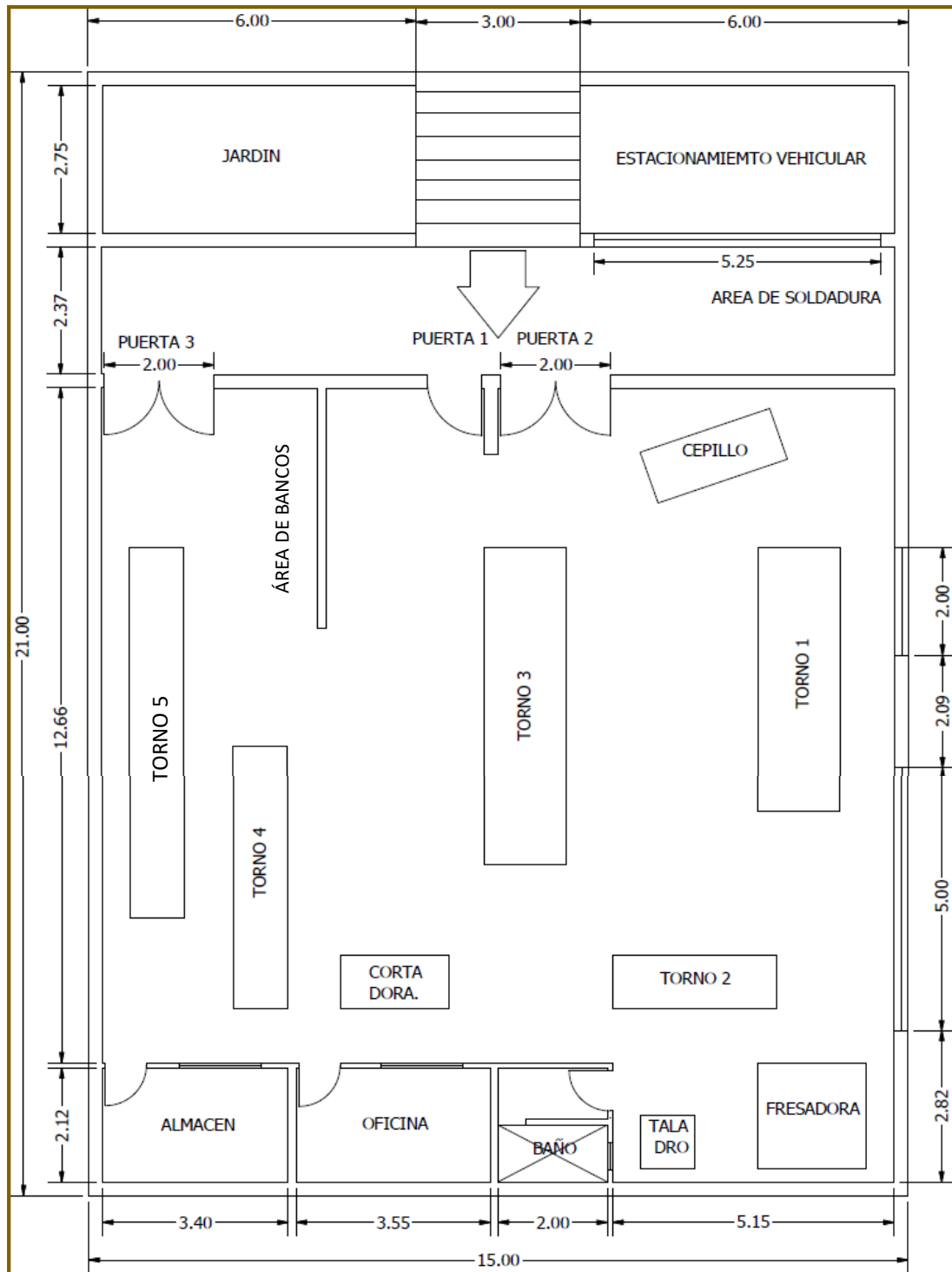
PRODUCTOS	PROCESOS DE PRODUCCIÓN
Poleas	1. Cilindrado interior. 2. Cilindrado exterior
Mandriles Guía	1. Cilindrado interior. 2. Roscado interior.
Mandriles de Apoyo	1. Cilindrado interior. 2. Roscado interior.
Niples	1. Cilindrado exterior. 2. Roscado interior.
Pines de biela	1. Cilindrado exterior.
Ejes de Cola	1. Cilindrado exterior.
Espárragos	1. Cilindrado exterior. 2. Roscado exterior.

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

3.2.5. ANÁLISIS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Los procesos que se deben seguir para la elaboración de alguna pieza varía, dichas operaciones generan tiempos reales diferentes, para realizar algún trabajo, los operarios deben tener conocimiento absoluto del funcionamiento de las máquinas, de las herramientas de medición y sobre todo tener mucha creatividad e ingenio para ser más productivos en el sentido que empleen menos tiempo para la operación de su trabajos teniendo en cuenta los requerimientos del cliente y la calidad con la que la pieza debe ser entregada.

Figura 7: Plano de la Empresa – Ubicación de las Maquinarias



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

✓ **Leyenda:**

- Código= 0001
- Unidad de Medida= Metros
- Escala= 1:0,075

3.2.6. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

3.2.6.1. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN

Construcciones Reyes S.R.L fabrica toda una gama de productos que requieren principalmente de tres operaciones para luego ser entregados, los cuales son la fabricación, la reparación (en caso que lleguen algunas bombas, o trabajos que necesiten de la intervención manual y de máquina) y otros servicios que incluyen cortes, soldadura, maquinado, etc.

A continuación se especificarán en forma general y según las operaciones que realiza:

Tabla 17: Producción Real desde Julio de 2014 a Julio de 2015

AÑO	MES	PRODUCCIÓN REAL (Unidades)
2014	Julio	310
	Agosto	517
	Septiembre	944
	Octubre	755
	Noviembre	118
	Diciembre	281
2015	Enero	73
	Febrero	166
	Marzo	202
	Abril	84
	Mayo	145
	Junio	134
	Julio	353
TOTAL		4 082

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Durante ese período de análisis, la empresa en total ha ofrecido 4 082 productos dentro de sus tres operaciones, de los cuales el mes de septiembre de 2014 ha sido muy productivo, lo que quiere decir que tuvo en mayor disposición de forma operativa o no operativa (con fallas y averías) a las máquinas. A continuación se detallará la cantidad de productos concedidos por cada operación:

**Tabla 18: Producción Real desde Julio de 2014 a Julio de 2015 –
Fabricación**

AÑO	MES	PRODUCCIÓN REAL (Unidades)
2014	Julio	235
	Agosto	488
	Septiembre	822
	Octubre	639
	Noviembre	68
	Diciembre	187
2015	Enero	26
	Febrero	100
	Marzo	103
	Abril	42
	Mayo	78
	Junio	47
	Julio	205
TOTAL		3 040

Fuente: Elaboración propia, datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 18 se observa que la producción en el mes de septiembre ha sido muy elevada, sin embargo, en el siguiente mes bajó notoriamente a causa de no contar con la disposición del torno 3 y el torno 5. En total se ofrecieron 3 040 productos fabricados.

**Tabla 19: Producción Real desde Julio de 2014 a Julio de 2015 –
Reparación**

AÑO	MES	PRODUCCIÓN REAL (Unidades)
2014	Julio	22
	Agosto	16
	Septiembre	74
	Octubre	56
	Noviembre	42
	Diciembre	27
2015	Enero	13
	Febrero	22
	Marzo	35
	Abril	28
	Mayo	30
	Junio	14
	Julio	79
TOTAL		458

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 19 nos detalla que la producción de febrero a septiembre de 2014 aumentó notoriamente, esto se debe a que se requirieron mayores reparaciones de cañones, sin embargo, de septiembre a enero de 2014 la producción disminuyó a causa de que no se contó con la disposición de todas las máquinas, en especial del torno 3 y de las dos máquinas de soldar, fundamentalmente la de marca Miller, que es aquella que la utilizan para realizar reparaciones con soldadura arcair. En total se ofrecieron 458 reparaciones, siendo julio del año 2015 el mes con mayor cantidad de reparaciones que la empresa ha ejecutado.

Tabla 20: Producción Real desde Enero de 2014 a Enero de 2015 – Otros Servicios

AÑO	MES	PRODUCCIÓN REAL (Unidades)
2014	Julio	53
	Agosto	13
	Septiembre	48
	Octubre	60
	Noviembre	8
	Diciembre	67
2015	Enero	34
	Febrero	44
	Marzo	64
	Abril	14
	Mayo	37
	Junio	73
	Julio	69
TOTAL		584

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Construcciones Reyes S.R.L. en total ha ofrecido 584 productos que requirieron de otras operaciones que no son necesariamente fabricación o reparación, sino que algunas han requerido de ambas juntas. En la tabla 20 se aprecia que las oscilaciones de mes a mes son muy notorias, esto se debe a que no se contaba con la disposición de todas las máquinas, en especial del torno 5 y de las máquinas de soldar.

Tabla 21: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2014	Julio	213 646,9
	Agosto	13 6640,7
	Septiembre	447 533,7
	Octubre	105 855,7
	Noviembre	382 304,5
	Diciembre	363 872,95
2015	Enero	79 125,9
	Febrero	59 588,58
	Marzo	856 686,8
	Abril	607 77,66
	Mayo	131 238,54
	Junio	78 086,67
	Julio	219 535,73
TOTAL		3 134 894,33

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 21 nos muestra que en suma de las tres operaciones que ofrece la empresa, en el mes de marzo se han obtenido mayores ingresos, esto no quiere decir que necesariamente se ha producido mayor cantidad de piezas, por el contrario, se mantuvo una cantidad aceptable de producción pero con la diferencia en los precios. Observando la suma total mayor de ingresos, el dueño pudo haber tomado medidas correctivas para las máquinas, con la finalidad de mantenerlas operativas y de no disminuir sus ciclos de vida, en especial el Torno 3.

**Tabla 22: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015
– Fabricación**

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2014	Julio	31 274,8
	Agosto	44 431,7
	Septiembre	101 161,6
	Octubre	22 545
	Noviembre	81 028,3
	Diciembre	77 680,65
2015	Enero	11 861,3
	Febrero	16 222,88
	Marzo	753 457
	Abril	28 343,83
	Mayo	90 302,01
	Junio	29 921,84
	Julio	22 402,03
TOTAL		1 310 632,94

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 22 nos muestra que hubo mayor ingreso en el mes de marzo en cuanto a fabricación con una suma total de S/. 753 457, sin embargo, en el mes de enero de 2015 los ingresos fueron los más bajos, esto se debe a que la producción tuvo una caída y a que las máquinas no estuvieron a un 85% operativas.

**Tabla 23: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015
– Reparación**

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2014	Julio	65 530,3
	Agosto	35 875
	Septiembre	196 525,3
	Octubre	44 464,5
	Noviembre	258 701,8
	Diciembre	251 330
2015	Enero	6 080,3
	Febrero	5 264,4
	Marzo	27 998,9
	Abril	20 222,1
	Mayo	27 500,5
	Junio	19 162,54
	Julio	139 781,3
TOTAL		1 098 436,94

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Puede observarse que en la tabla 23 se detalla que el mes de noviembre ha tenido mayores ingresos a diferencia de los demás meses en relación a reparaciones, con una suma de S/. 258 701,80.

**Tabla 24: Ingresos Reales Totales del mes de Julio de 2014 a Julio de 2015
– Otros Servicios**

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2014	Julio	116 841,8
	Agosto	56 334
	Septiembre	149 846,8
	Octubre	38 876,2
	Noviembre	42 574,4
	Diciembre	34 862,3
2015	Enero	61 84,3
	Febrero	38 101,3
	Marzo	75 230,9
	Abril	12 211,73
	Mayo	13 436,03
	Junio	29 002,29
	Julio	57 334,4
TOTAL		725 836,45

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L

Mediante la tabla 24 observamos que en el mes de septiembre, la empresa obtuvo mayores ingresos respecto a otros servicios que ofrece, como refrentado, cilindrado, roscados, etc. Sin embargo, en el mes de abril de 2015 los ingresos fueron menores a causa de la poca demanda.

3.2.6.2. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCTIVIDAD

Productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por su sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Los índices de productividad que se mostrarán a continuación serán calculados teniendo en cuenta los recursos explicados en el marco teórico.

Tabla 25: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015

Mes	Producción Real (Unidades)	Materia Prima Total (S/.)	Productividad
Julio 2014	310	39 062,079	0,008
Agosto 2014	517	40 196,238	0,013
Septiembre 2014	944	8 799,304	0,107
Octubre 2014	745	54 734,94	0,014
Noviembre 2014	118	14 272,848	0,008
Diciembre 2014	281	49 067,478	0,006
Enero 2015	73	12 221,544	0,006
Febrero 2015	166	19 104,462	0,009
Marzo 2015	202	41 114,8	0,005
Abril 2015	84	12 357,749	0,007
Mayo 2015	145	14 488,854	0,010
Junio 2015	134	28 069,903	0,005
Julio 2015	353	20 273,64	0,017

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 25 muestra un análisis total de la productividad de todas las operaciones (fabricación, reparación y otros servicios), concluyendo que el mes de septiembre es el mes con mayor productividad en comparación a los demás meses, siendo la interpretación que por cada sol invertido, en total la empresa operó alrededor 0,107 productos reales.

Tabla 26: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015 – Fabricación

Mes	Producción Real (Unidades)	Materia Prima (S/.)	Productividad
Julio 2014	235	29 556,768	0,008
Agosto 2014	488	33 806,028	0,014
Septiembre 2014	822	5 491,908	0,150
Octubre 2014	639	32 010,564	0,020
Noviembre 2014	68	5 491,908	0,012
Diciembre 2014	187	37 344,198	0,005
Enero 2015	26	5 139,504	0,005
Febrero 2015	100	6 151,068	0,016
Marzo 2015	103	5 693	0,018
Abril 2015	42	2 073,939	0,020
Mayo 2015	78	6 607,464	0,012
Junio 2015	47	2 189,403	0,021
Julio 2015	205	14 986	0,014

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Según la tabla 26, el mes con mayor productividad es el mes de septiembre, la interpretación que se le da al resultado es que por cada sol invertido en materia prima, se fabricó 0,150 unidades en producción real. Se hace recordar que el mes de septiembre es aquel mes que revela mayor cantidad de producción fabricada.

Tabla 27: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015 – Reparación

Mes	Producción Real (Unidades)	Materia Prima (S/.)	Productividad
Julio 2014	22	6 461,757	0,003
Agosto 2014	16	5 121,333	0,003
Septiembre 2014	74	2 143,516	0,035
Octubre 2014	56	18 603,096	0,003
Noviembre 2014	42	8 261,892	0,005
Diciembre 2014	27	8 148,324	0,003
Enero 2015	13	5 692,14	0,002
Febrero 2015	22	11 396,214	0,002
Marzo 2015	35	34 954,8	0,001
Abril 2015	28	2 349	0,012
Mayo 2015	30	2 946,49	0,010
Junio 2015	14	23 945,6	0,006
Julio 2015	79	2 356,95	0,034

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 27 la productividad mayor en comparación de todos los meses, lo posee el mes de septiembre, lo que indica que por cada sol invertido en materia prima, se repararon 0,035 unidades en producción real.

Tabla 28: Indicador de Productividad Total de materia prima desde el mes de Julio de 2014 al mes de Julio de 2015 – Otros Servicios

Mes	Producción Real (Unidades)	Materia Prima (S/.)	Productividad
Julio 2014	53	3 043,554	0,017
Agosto 2014	13	1 268,877	0,010
Septiembre 2014	48	1 163,88	0,041
Octubre 2014	60	4 121,28	0,015
Noviembre 2014	8	519,048	0,015
Diciembre 2014	67	3 574,956	0,019
Enero 2015	34	1 389,90	0,024
Febrero 2015	44	1 557,18	0,028
Marzo 2015	64	467	0,137
Abril 2015	14	7 934,81	0,002
Mayo 2015	37	4 934,9	0,007
Junio 2015	73	1 934,9	0,038
Julio 2015	69	2 930,69	0,024

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 28 se muestra que la productividad mayor de todos los meses analizados es del mes de marzo, esto merece la interpretación de que por cada sol invertido la empresa obtuvo 0,137 de la producción total del mes. La productividad resultante es aquella cifra, puesto que en materia prima la empresa no invirtió en grandes cantidades para realizar la operación correspondiente a comparación de los demás meses.

Para el cálculo del siguiente indicador cabe resaltar que lo ideal es que los operarios hayan trabajado los 1498 horas /mes, sin embargo, como hubieron pérdidas de tiempo por indisponibilidad de las máquinas, únicamente el análisis se hará contabilizando las horas trabajadas reales que ejecutaron los 7 operarios.

Tabla 29: Indicador de Productividad Total de Horas Hombre Trabajadas desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015

AÑO	MES	Producción Total	HORAS HOMBRE TRABAJADAS				PRODUCTIVIDAD
			Fabricación	Reparación	Otros Servicios	TOTAL	
2014	Julio	310	602	56	136	794	0,390
	Agosto	517	672	22	18	712	0,726
	Septiembre	944	823	74	48	945	0,999
	Octubre	755	873	77	82	1032	0,732
	Noviembre	118	251	155	30	436	0,271
	Diciembre	281	529	48	190	767	0,366
2015	Enero	73	581	291	22	894	0,082
	Febrero	166	441	97	194	732	0,227
	Marzo	202	576	68	46	690	0,293
	Abril	84	478	289	147	914	0,092
	Mayo	145	417	167	178	762	0,190
	Junio	134	378	90	395	863	0,155
	Julio	353	478	94	167	739	0,478

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 29 refleja la productividad total de horas trabajadas para las tres operaciones, se concluye que el mes de septiembre es el mes que obtuvo mayor productividad, es decir, por cada hora trabajada la empresa obtuvo alrededor de 0,999 productos.

Tabla 30: Indicador de Productividad Total de Insumos desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015

Mes	Producción Real (Unidades)	INSUMOS (S/.)	Productividad
Julio 2014	310	5 771	0,054
Agosto 2014	517	3 913	0,132
Septiembre 2014	944	6 023	0,157
Octubre 2014	745	4 135	0,180
Noviembre 2014	118	4 264	0,028
Diciembre 2014	281	4 918	0,057
Enero 2015	73	3 782	0,019
Febrero 2015	166	3 431	0,048
Marzo 2015	202	3 781	0,053
Abril 2015	84	2 287	0,037
Mayo 2015	145	2 913	0,050
Junio 2015	134	2 359	0,057
Julio 2015	353	3 023	0,117

Fuente: Elaboración propia, datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 30 detalla la productividad total en cuanto a los insumos que la empresa emplea para la realización de todas las operaciones, cabe resaltar que no hay fecha establecida para la adquisición de los insumos, es decir, no tiene establecido una fecha de compra, la adquisición se realiza a medida que se van consumiendo y de acuerdo a la necesidad de los mismos que amerite la situación en que se encuentren. La cifra señalada con otro color es perteneciente al mes de octubre, la cantidad indicada es la mayor con respecto a las demás cantidades, lo que quiere decir que por cada sol invertido en insumos, la empresa ofrece 0,180 productos en total por las tres operaciones durante ese período de análisis.

3.2.7. INDICADORES ACTUALES DE MANTENIMIENTO

Los indicadores cuantifican ineficiencias y, brindan importantes indicaciones de donde la empresa debe concentrar esfuerzos, aquellos indicadores a considerar se muestran a continuación.

3.2.7.1. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

Este indicador nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías. Los datos han sido tomados de período de Julio de 2014 a Julio de 2015. La fórmula para este indicador es la siguiente:

$$MTBF = \left(\frac{\text{Tiempo Total de período en min.} - \text{Tiempo Total de paros en min.}}{\text{Número de falla/averías}} \right) \times 100$$

Tabla 31: Tiempo Medio Entre Fallas por Máquina desde Julio de 2014 a Julio de 2015

Máquina	Tiempo Total Disponible (min/año)	Tiempo de no Operación (min/año)	Fallas	MTBF (min/falla)
Cepillo de Codo	154 080	95330	57	1 030,70
Torno 1	154 080	7740	27	5 420
Torno 2	154 080	17760	16	8 520
Torno 3	154 080	74524	22	3 616,18
Torno 4	154 080	13080	33	4 272,73
Torno 5	154 080	16920	10	12 716
Taladro Fresador	154 080	7800	8	18 285
Sierra Eléctrica	154 080	24360	31	4 184,52
Máquina de Soldar 1	154 080	134880	2	9 600
Máquina de Soldar marca Miller	154 080	130800	2	11 640
Tronzadora	154 080	14340	4	34935

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 31 se especifican los tiempos medios entre fallas por máquina desde julio de 2014 a julio de 2015, se observa que el Cepillo de Codo es el que tiene menos tiempo de MTBF, lo que quiere decir que cada 1 030,70 minutos la máquina va a fallar o va a presentar una falla, tal hecho indica que es muy poco el tiempo que la máquina no presenta alguna falla.

3.2.7.2. TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN

Nos permite conocer la importancia de las averías/fallas que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su reparación, es decir, el tiempo promedio entre el momento cuando ocurre la falla y el momento cuando esta es reparada. La fórmula de este indicador es la siguiente:

$$MTTR = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de paro por falla/avería}}{\text{Número de falla/avería}} \right) \times 100$$

Tabla 32: Tiempo Medio de Reparación de Julio de 2014 a Julio de 2015

Máquina	Tiempo de Paro (min)	Fallas	MTTR (min/falla)
Cepillo de Codo	95 330	57	1 672,456
Torno 1	7 740	27	286,667
Torno 2	17 760	16	1 110
Torno 3	74 524	22	3 387,455
Torno 4	13 080	33	396,364
Torno 5	16 920	10	1 692
Taladro Fresador	7 800	8	975
Sierra Eléctrica	24 360	31	785,806
Máquina de Soldar 1	134 880	2	67 440
Máquina de Soldar Miller	130 800	2	65 400
Tronzadora	14 340	4	3 585

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 32 muestra que los operarios en promedio se demoran 2 535,538 minutos para arreglar alguna falla de cualquier máquina y, para el caso del análisis por máquina, los operarios se demoran más tiempo para reparar el torno 3. Los datos han sido analizados del período de julio de 2014 a julio de 2015.

La tabla 32 también refleja el tiempo que las máquinas se demoran en ser reparadas, contando solamente el tiempo de montaje y desmontaje en caso que los mismos operarios tengan que fabricar sus propias piezas, y en caso de llamar a un personal externo se contabilizó el tiempo total de reparación. El torno 3 tiene mayor tiempo de reparación por las acciones acumulativas de ajustes o reposición de piezas.

3.2.7.3. DISPONIBILIDAD

Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado. La fórmula del indicador es la siguiente:

$$Disponibilidad = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$$

Tabla 33: Disponibilidad de las Maquinarias desde Julio de 2014 a Julio de 2015

Máquina	MTBF (min/falla)	MTTR (min/falla)	DISPONIBILIDAD (%)
Cepillo de Codo	1 030,70	1 672,46	38,12
Torno 1	5 420	286,67	54,97
Torno 2	8 520	1 110	48,47
Torno 3	3 616,18	3 387,46	51,63
Torno 4	4 272,73	396,36	41,51
Torno 5	12 716	1 692	39,01
Taladro Fresador	18 285	975	44,93
Sierra Eléctrica	4 184,52	785,81	54,19
Máquina de Soldar 1	9 600	67 440	12,46
Máquina de Soldar Miller	11 640	65 400	15,1
Tronzadora	34935	3 585	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 33 se aprecia que el torno 1 es la máquina que tiene mayor disponibilidad en comparación a las otras máquinas, esto se debe a que la máquina es la más nueva de todas, presenta pocos minutos de fallas, debido a las características que influyen en ella por ser nueva.

La tabla 33 también muestra que la máquina de soldar 1 presenta menor disponibilidad de todas las máquinas, esto se debe a que la máquina está sin operar por mucho tiempo en el taller de soldadura, le han aplicado mantenimiento correctivo pero no ha sido el trabajo suficiente para dejar a la máquina operativa por mucho tiempo.

3.2.7.4. DISPONIBILIDAD TOTAL

Este indicador calcula la disponibilidad de las máquinas más importantes del taller, es decir, las máquinas que tienen mayor porcentaje de uso, estas son: Torno 1, Torno 2, Torno 3, Torno 4, Torno 5, Taladro Fresador y máquina de Soldar marca Miller. La fórmula del indicador es la siguiente:

$$Disponibilidad\ Total = \left(\frac{\text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}} \right)$$

Entonces la disponibilidad total es:

$$Disponibilidad\ Total = \frac{38,12 + 54,97 + 48,47 + 51,63 + 41,51 + 39,01 + 44,93 + 54,19 + 12,46 + 15,1}{10}$$
$$Disponibilidad\ Total = 40,04\%$$

El resultado final indica que en promedio las máquinas más significativas tienen una disponibilidad del 40,04%.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.3.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Optimizar el mantenimiento en una empresa a través de una filosofía de trabajo que permita mejorar los procesos, alargar la vida útil de los equipos, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la seguridad y operación de los equipos, y sobre todo, una reducción significativa de los costos de producción y mantenimiento, es la misión primordial de una gerencia moderna y de calidad. Por otro lado, los costos de mantenimiento, son los precios pagados por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado físico. El sector de mantenimiento en la planta o en la empresa puede ser considerado por algunos gerentes como un gasto, para otros como una inversión en la protección del equipo físico, y para algunos como un seguro de producción. La actitud del gerente pasará a sus empleados afectando directamente en los resultados.

Los costos, en general, se pueden agrupar en dos categorías:

- Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como son: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.
- Costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto al mal funcionamiento de los equipos.

Los costos de mantenimiento que se recopilaron cuenta en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para la presente investigación, son: Costo Hora Hombre, Costo por Adquisición, Costo por Fabricación de Repuestos, Dinero no Percibido Producción y Costos de Calibración.

Para simplificar el enfoque de los costos de mantenimiento, se presentarán las siguientes tablas:

Tabla 34: Costos de Mantenimiento de Julio de 2014 a Julio de 2015

Máquina	Costo Hora Hombre (S/.)	Costo por Adquisición (S/.)	Costo de Fabricación de Repuestos (S/.)	Costo de Calibración (S/.)	Costo Total (S/.)
Cepillo de Codo	76 800	850	3 365	0	81 015
Torno 1	76 800	1 462,5	1 750	3 800	83 812,5
Torno 2	76 800	1 275	5 100	0	83 175
Torno 3	76 800	6 850	8 700	100	92 450
Torno 4	76 800	500	11 825	0	89 125
Torno 5	76 800	4 675	100	0	81 575
Taladro Fresador	76 800	1 775	0	0	78 575
Sierra de Cinta Eléctrica	76 800	8 520	150	50	85 520
Máquina de Soldar 1	76 800	2 875	0	0	79 675
Máquina de Soldar marca Miller	76 800	2 875	0	0	79 675
Tronzadora	76 800	680	0	0	77 480
TOTAL					912 077,5

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 34 se muestran los costos totales de mantenimiento de las máquinas principales, sin recopilar los costos de pérdida de producción, para un análisis enfocado únicamente en los costos que las máquinas requieren para ser reparadas y seguir con sus labores de producción trazadas a diario. Puede observarse como resultado que el Torno 3 es la máquina que tiene mayores costos de mantenimiento, esto es consecuencia de la falta de atención inmediata por parte del operario y del personal que suministra los requerimientos para que la máquina esté operativa, puesto que, pasó mucho tiempo sin ser atendida y esto dio lugar a que se susciten mayores fallas.

El Costo de Parada por Máquina, es aquella cantidad que la empresa deja de recibir por ofrecer alguna de sus operaciones, en otras palabras, son los ingresos que la empresa no recibe a causa de que las máquinas han estado paradas por fallas y/o averías. Para calcular el costo de parada por máquina se necesita tener el dato de los ingresos anuales y del total de horas laborales anuales, así como también los ingresos anuales por hora:

Ingresos Anuales: S/. 3 134 924,329

- Horas Anuales: 30 602
- Ingresos por hora: S/. 102,442

Para calcular los ingresos anuales se realizó la suma de los ingresos de julio de 2014 a julio de 2015. Para obtener las horas anuales por máquina se realizó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Horas Anuales} &= \left(53,5 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} \right) \left(52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \right) (11 \text{ máquinas}) \\ \text{Horas Anuales} &= 30\,602 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Para obtener los ingresos por hora, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Ingresos por hora} &= \frac{\text{Ingresos Anuales}}{\text{Horas Anuales}} \\ \text{Ingresos por hora} \left(\frac{\text{S/.}}{\text{Hora}} \right) &= \frac{3\,134\,924,329}{30\,602} \\ \text{Ingresos por hora} \left(\frac{\text{S/.}}{\text{Hora}} \right) &= 102,442 \end{aligned}$$

Tabla 35: Costo de Parada por Máquina desde Julio de 2014 a Julio de 2015

Máquina	Minutos de Parada	Hora de Parada	Ingresos por hora (S./hora)	Costo de Parada por Máquina (S/.)
Cepillo de Codo	95 330	1 589	102,442	162 762,97
Torno 1	7 740	129		13 214,99
Torno 2	17 760	296		30 322,78
Torno 3	74 524	1 242		127 239,56
Torno 4	13 080	218		22 332,32
Torno 5	16 920	282		28 888,59
Taladro Fresador	7 800	130		13 317,44
Sierra de Cinta Eléctrica	24 360	406		41 591,38
Máquina de Soldar 1	134 880	2 248		230 289,19
Máquina de Soldar marca Miller	130 800	2 180		223 323,15
Tronzadora	14 340	239		24 483,59
TOTAL				917 765,95

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 36: Costos de Mantenimiento de Julio de 2014 a Julio de 2015 con Costo de Parada por Máquina

Máquina	Costo Hora Hombre (S/.)	Dinero no Percibido	Costo por Adquisición (S/.)	Costo de Fabricación de Repuestos (S/.)	Costo de Calibración (S/.)	Costo Total (S/.)
Cepillo de Codo	76 800	162 762,966	850	3 365	350	244 127,966
Torno 1	76 800	13 214,994	1 462,5	1 750	3 800	97 027,494
Torno 2	76 800	30 322,776	1 275	5 100	0	113 497,776
Torno 3	76 800	127 239,560	6 850	8 700	100	219 689,560
Torno 4	76 800	22 332,315	11 825	11 825	0	122 782,315
Torno 5	76 800	28 888,591	4 675	100	0	110 463.,91
Taladro Fresador	76 800	13 317,436	1 775	0	0	91 892,436
Sierra de Cinta Eléctrica	76 800	41 591,376	8 445	200	50	127 086,376
Máquina de Soldar 1	76 800	230 289,193	2 875	0	0	309 964,193
Máquina de Soldar marca Miller	76 800	223 323,150	2 875	0	0	302 998,150
Tronzadora	76 800	24 483,593	680	0	0	101 963593
TOTAL						1 841 493,449

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 36 se muestran las cantidades monetarias del costo de parada por máquina con letras de otro color, los cuales, han sido calculados mediante la enumeración de productos que se han dejado de fabricar, reparar o atender servicios, a causa de que la máquina ha estado inoperativa. Estos costos se han plasmado con la finalidad de tener una visión más amplia y completa de los costos de mantenimiento, de tal forma que refleje cuantitativamente todas las pérdidas de la empresa. Se concluye que la máquina con mayores costos de mantenimiento en el Cepillo de Codo, así como se aprecia que la misma ha tenido mayores costos de pérdida de producción, puesto que, estuvo mayor parte del tiempo inoperativa.

El torno 3 tiene uno de los mayores costos de mantenimiento, seguido del cepillo de codo, puesto que, fue la máquina que presentó mayor reincidencia de fallas que tomaron mucho tiempo invertido para que ingrese nuevamente a la línea de producción, ocasionando así mismo constantes costos que comprometan a la máquina a estar disponible.

3.3.2 HORAS EXTRAS

Construcciones Reyes S.R.L. emplea horas para realizar las operaciones necesarias para brindar algún trabajo, sin embargo, a causa de las constantes fallas de las máquinas no llegaban a cumplir con todos los pedidos. A continuación se explicarán cuántas horas teóricas a la semana y al mes la empresa debe emplear para cumplir con los requerimientos de los clientes:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Horas Hombre a la semana por trabajador} \\
 & = (5 \text{ días}) \left(10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \right) + (3.5 \text{ horas}) \\
 & = 53,5 \text{ horas a la semana}
 \end{aligned}$$

La fórmula antes expuesta refleja la cantidad de horas hombre que deben ser trabajadas a la semana por operario. En la siguiente se expresan las horas hombre que se deberían trabajar al mes por los 7 operarios:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Horas Hombre al mes} \\
 & = (7 \text{ trabajadores}) \left(53,5 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} \right) \left(4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} \right) \\
 \textit{Horas Hombre Trabajadas} & = 1\,498 \text{ horas/mes}
 \end{aligned}$$

Como ya se explicó anteriormente, la empresa por motivos de las constantes fallas en sus máquinas no cumplen con la operatividad de las mismas en las horas de trabajo calculados, por lo que le es conveniente emplear horas extras que también son denominadas hora fuera de turno, para poder cumplir con

todos los pedidos. En la siguiente tabla se detallarán la cantidad de horas extras que Construcciones Reyes S.R.L. realizó por cada mes.

Tabla 37: Horas extras empleadas desde el mes de Julio de 2014 a Julio de 2015

AÑO	MES	HORAS EXTRAS (hrs.)
2014	Julio	236
	Agosto	16
	Septiembre	44
	Octubre	57
	Noviembre	8
	Diciembre	84
2015	Enero	13
	Febrero	22
	Marzo	0
	Abril	0
	Mayo	0
	Junio	0
	Julio	0
TOTAL		

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Mediante la tabla 37 se observa que desde julio de 2014 hasta febrero de 2015 se registraron horas extras para poder trabajar y cumplir con los pedidos de los clientes, es importante mencionar que estas cifras recolectadas en el libro de asistencia de la empresa, dieron lugar de acontecimiento en su gran mayoría a causa de la indisponibilidad de la maquinarias, a sus constantes fallas y averías que impidieron que los operarios realicen su trabajo dentro de la jornada laboral establecida. Se observa claramente que en el mes de julio del año 2014 se ejecutaron mayor cantidad de hora extras a comparación de los otros meses, a partir del mes de septiembre no hubo registro de horas extras.

3.3.3 ENFOQUE DE FALTA DE LUBRICACIÓN

Lubricar las máquinas cada cierto tiempo es indispensable para su buen funcionamiento, a continuación se mostrará por medio de figuras el nivel de lubricación que tiene actualmente cada máquina, por ende, se apreciará que por falta de lubricación muchas veces las máquinas fallan, puesto que, como ya se explicó anteriormente no cuentan con un plan de mantenimiento que permita el acceso directo de lubricación a las máquinas en un período de tiempo dado.

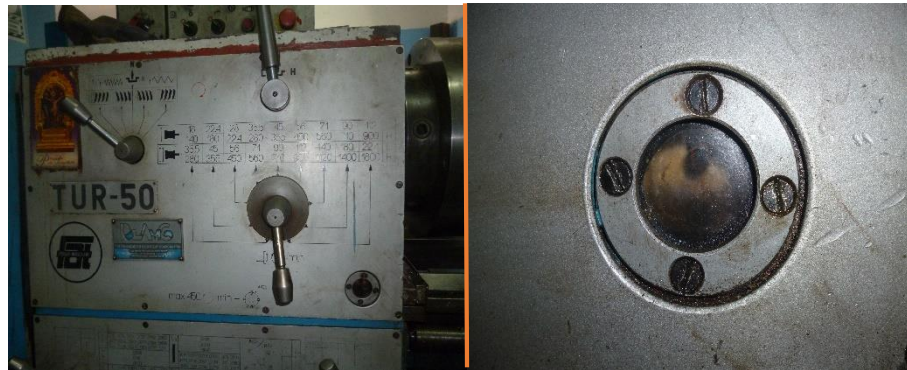


Figura 8: Visor de aceite del Torno 4

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la figura 8 se observa que el visor de aceite del torno 4 está totalmente seco, lo que indica que no contiene aceite en su interior.



Figura 9: Visor de aceite del Torno 3

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La figura 9 nos muestra que el visor de aceite del torno 3 está completamente seco, aparentemente luce lleno, sin embargo, el color que ha adquirido la máquina es a causa de la falta de lubricación y de contaminación por agentes externos.



Figura 10: Visor de aceite del Torno 2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la figura 10 se muestra el estado actual del visor de aceite del Torno 2, el cual, refleja que el nivel de aceite está por debajo del ideal.



Figura 11: Visor de aceite del Torno 1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la figura 11 se observa que el visor del aceite del Tono 1 está por debajo del nivel ideal, a pesar de que la máquina es la más nueva de todas.

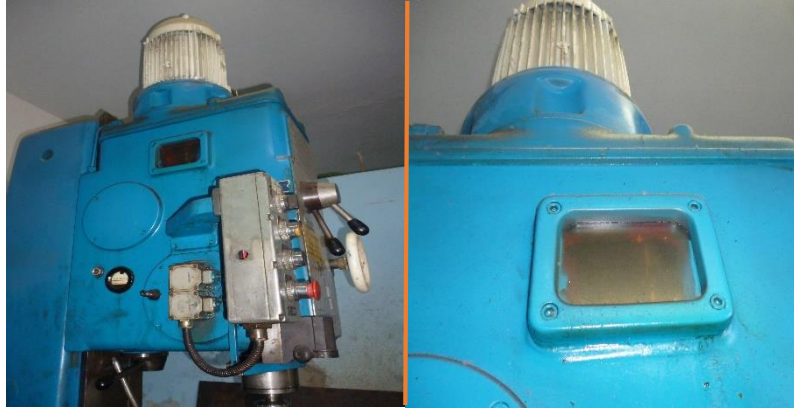


Figura 12: Visor de aceite del Taladro Fresador

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la figura 12 se muestra el visor de aceite del taladro fresador, el cual, se muestra completamente vacío, esta máquina es una de las principales, sin embargo, no se le brinda la correcta aplicación de lubricación.



Figura 13: Visor de aceite del Taladro de Columna Tipo R.30

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la figura 13 se observa el visor de aceite del taladro de columna tipo R.30, el visor se muestra completamente seco. En conclusión, de todas las imágenes expuestas, puede notarse el nivel alarmante de lubricación de las máquinas principales para que la empresa realice sus operaciones, detalle que es ignorado por jefe de operaciones quien a la vez cumple funciones de logística, por falta de abastecimiento del aceite Turbinol 68.

3.3.4 MINUTOS DE PARO

A continuación se detallarán la cantidad de minutos de paro por máquina mes a mes en el período de tiempo analizado.

Tabla 38: Minutos de Paro de los Tornos desde Julio de 2014 a Julio de 2015

AÑO	MES	MINUTOS DE PARO				
		Torno 1	Torno 2	Torno 3	Torno 4	Torno 5
2014	Julio	480	1 080	10 200	660	1 140
	Agosto	480	1 380	184	600	900
	Septiembre	540	1 080	5 760	480	1 080
	Octubre	480	1 440	600	1 020	900
	Noviembre	660	1 140	8 760	540	1 260
	Diciembre	540	1 260	7 020	420	2 160
2015	Enero	780	2 160	5 760	480	1 680
	Febrero	720	720	7 620	600	1 860
	Marzo	600	1 800	5 880	360	960
	Abril	480	1 020	6 360	5 580	1 260
	Mayo	720	1 500	7 380	720	840
	Junio	540	1 680	3 120	780	600
	Julio	720	1 500	5 880	540	2 280
TOTAL		7 740	17 760	74 524	13 080	16 920

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 38 se observa que en el caso del torno 1 presenta mayor minutos de paro en el mes de enero de 2015; para el torno 2, mes de enero de 2015; para el torno 3, mes de julio de 2014; para el torno 4, mes de abril de 2015 y para el torno 5, el mes de julio de 2015.

Tabla 39: Minutos de Paro de las demás máquinas desde Julio de 2014 a Julio de 2015

AÑO	MES	MINUTOS DE PARO					
		Cepillo de Codo	Tronzadora	Máquina de Soldar 1	Máquina de Soldar Miller	Sierra de Cinta Eléctrica	Taladro Fresador
2014	Julio	7 200	900	5 700	9 480	5 160	240
	Agosto	7 080	1 500	10 440	1 800	5 520	360
	Septiembre	8 100	960	11 160	1 380	1 260	300
	Octubre	8 580	1 620	10 740	11 220	960	480
	Noviembre	6 300	780	10 740	11 880	1 020	420
	Diciembre	7 860	1 200	11 460	11 880	1 260	720
2015	Enero	6 420	1 500	11 880	11 880	2 100	1 140
	Febrero	5 700	720	11 880	11 880	1 080	480
	Marzo	9 590	540	9 360	11 880	1 140	720
	Abril	7 140	300	11 220	11 880	1 500	1 080
	Mayo	7 680	1 620	7 500	11 880	1 860	420
	Junio	5 760	1 860	11 340	11 880	900	900
	Julio	7 920	840	11 460	11 880	600	540
TOTAL		95 330	14 340	134 880	130 800	24 360	7 800

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Mediante la tabla 39 se aprecia que en el mes de marzo de 2015 el cepillo de codo presentó mayor cantidad de minutos de paros; en el mes de junio de 2015, la tronzadora; en los meses de enero y febrero de 2015, la máquina de soldar 1; a partir del mes de noviembre, la máquina de soldar marca Miller presentó la misma cantidad de minutos de paro, debido a que ésta estuvo inoperativa completamente durante este tiempo; en el mes de agosto, la sierra de cinta eléctrica y en el mes de enero hubo mayor cantidad de minutos de paro para el taladro fresador.

3.3.5 DESCRIPCIÓN DE FALLAS MECÁNICAS DEL MES CON MAYOR CANTIDAD DE MINUTOS DE PARO

Tabla 40: Identificación de las mayores cantidades de minutos de paro con la asignación de fallas mecánicas de los tornos desde Julio de 2014 a Julio de 2015.

MÁQUINAS	FALLA MECÁNICA	MINUTOS DE PARO (min)
TORNO 1	Desgaste	540
	Desajuste	120
	Fractura	120
	TOTAL	780
TORNO 2	Desgaste	1 500
	Desajuste	120
	Fractura	540
	TOTAL	2 160
TORNO 3	Desgaste	6 360
	Desajuste	1 920
	Fractura	1 920
	TOTAL	10 200
TORNO 4	Desgaste	3 880
	Desajuste	1 000
	Fractura	1 000
	TOTAL	5 880
TORNO 5	Desgaste	1 680
	Desajuste	0
	Corrosión	600
	TOTAL	2 280

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Con la tabla 40, el torno 1 tiene mayor cantidad de minutos de paro de 780 en el mes de enero de 2015, identificando que la falla mecánica de desgaste tiene la mayor cantidad de minutos en paradas a comparación de las otras fallas mecánicas, en especial, tratándose de la regla guía y piñones, con una cantidad de 540 minutos a través de la tabla 40. En el caso del torno 2, tiene mayor cantidad de paro en el mes de enero de 2015, con una cantidad de 2 160, identificando que la falla mecánica de desgaste por falta de lubricación tiene la mayor cantidad de minutos de paro a comparación con las otras fallas, con una cantidad de 1 500 minutos, esto se debe a que hay una mala organización y coordinación por parte del personal administrativo para asignar puntualmente una fecha en donde se realice la lubricación necesaria y la cantidad óptima para cubrir el nivel estándar de lubricación de las máquinas. Analizando de la misma forma la tabla 40, se aprecia que en el mes de julio de 2014 para el torno 3 se tiene mayor cantidad de minutos de paro de 10 200, dicho resultado arrojado

es que hay mayor cantidad de minutos de paro en cuando a desgaste de la regla guía y piñones con 3 880 minutos acumulados. Lo mismo sucede en el mes de abril de 2015, se obtuvo mayor cantidad de minutos de paro para el torno 4 de 5 880 minutos, que se estimó que la falla mecánica del desgaste de oring conlleva la mayor cantidad de minutos inoperativos, debido a que la elevada temperatura interior reduce el tiempo de vida de los mismos, con una cantidad de 420 minutos y en el mes de julio de 2015 se obtuvo mayor cantidad de minutos de paro para el torno 5, que acumuló una cantidad de 2 280 minutos, de los cuales la falla mecánica de desgaste es la que se presentó con mayor incidencia con 1680 minutos ocasionando los mayores minutos de inoperatividad para la máquina, en cuanto a piñones de ataque.

Tabla 41: Identificación de las mayores cantidades de minutos de paro con la asignación de fallas mecánicas de las demás máquinas desde Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINAS	FALLA MECÁNICA	MINUTOS DE PARO (min)
TALADRO FRESADOR	Desgaste	360
	Fractura	780
	TOTAL	1 140
SIERRA DE CINTA ELÉCTRICA	Fractura	1 680
	Desgaste	230
	Corrosión	3 610
	TOTAL	5 520
MÁQUINA DE SOLDAR MARCA MILLER	Desgaste	78 570
	Cambios de Voltaje	3 150
	Corrosión	29 560
	TOTAL	106 920
MÁQUINA DE SOLDAR 1	Desgaste	8 800
	Cambios de Voltaje	1 500
	Corrosión	13 460
	TOTAL	23 760
CEPILLO DE CODO	Fractura	2 438
	Desajuste	1 965
	Desgaste	5 187
	TOTAL	9 590

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Con la tabla 41 se muestra que en el mes de enero de 2015 el taladro fresador acumuló mayor cantidad de minutos de paro (1 140 minutos) y, en ese mes según la tabla 41 las fallas por fractura tomaron más tiempo en ser corregidas recolectando 780 minutos.

Se observa también que en el mes de agosto de 2014 se obtuvo mayor cantidad de minutos de paro (5 520 minutos) para la sierra de cinta eléctrica, dentro de los cuales según la tabla 41 la corrosión ocasionó que se acumulará mayores minutos de paro, debido a que, esto conlleva a que la máquina este inoperativa porque algunas veces la sierra cinta se rompió por oxidación, por tomarse tiempo a limpiar el refrigerante esparcido en el piso y en la misma máquina, cambio de lubricante y lubricación en los puntos de articulación, almacenando 3 310 minutos.

De igual forma en la tabla 41 se especifica que la máquina de soldar de marca Miller tuvo mayor cantidad de minutos de paro en los meses de noviembre del 2014 a julio de 2015, con una cantidad total de 106 920 minutos que la falla mecánica que tomó más tiempo en ser corregida fue la de desgaste, con 78 570 minutos. Para la máquina 1 se ha recolectado mayor cantidad de minutos de paro en los meses de enero y febrero de 2015 de 23 760 minutos sufriendo mayores fallas corrosión acumulando 13 460 minutos.

Por último a través de la tabla 41 se observa que para el cepillo de codo en el mes de marzo de 2015 se obtuvo mayor cantidad de minutos de paro, una cantidad de 9 590 minutos, de los cuales la falla mecánica de desgaste de piñones fue el que se suscitó en mayor cantidad de minutos con respecto a las demás fallas, acumulando una cantidad de 5 187 según la tabla 41

3.3.6 FRECUENCIA DE FALLAS

Las tablas que se manifestarán a continuación contienen información abreviada de las máquinas con mayores requerimientos de operatividad, cuyos significados son:

- CC: Cepillo de Codo
- T1: Torno 1
- T2: Torno 2
- T3: Torno 3
- T4: Torno 4
- T5: Torno 5
- T.F.: Taladro Fresador
- S.E.: Sierra Eléctrica
- Cp.: Compresora
- M.S.M: Máquina de Soldar de marca Miller

En los siguientes cuadros se presentará con mayor detalle las fallas mecánicas más comunes que presentan cada una de las máquinas, para luego realizar un análisis de criticidad.

Tabla 42: Frecuencia de Fallas expresado en número de veces de las máquinas más utilizadas desde Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA	FRECUENCIA DE FALLAS
C.C	57
T1	27
T2	16
T3	22
T4	33
T5	10
T.F.	8
S.E.	31
Cp.	1
M.S.M.	2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 42 se muestra que el cepillo de codo es la máquina que tiene mayor frecuencia de fallas y averías, es decir, sus bajos niveles de operatividad fueron más reincidentes a comparación de las demás máquinas.

Tabla 43: Frecuencia de Fallas Mecánicas en cada uno de los tornos de Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA	FALLA MECÁNICA	FRECUENCIA DE FALLA
Torno 1	Desgaste	27
	Desajuste	5
	Fractura	5
Torno 2	Desgaste	11
	Desajuste	1
	Fractura	4
Torno 3	Desgaste	18
	Desajuste	2
	Fractura	2
Torno 4	Desgaste	19
	Desajuste	7
	Fractura	7
Torno 5	Desgaste	6
	Desajuste	2
	Corrosión	2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 43 se muestra que en el caso del torno 1, la mayoría de sus causas de paradas son por desgaste de sus componentes, el cual resalta el desgaste de la regla guía y de los piñones. En el caso del torno 2, sus horas paradas tienen la principal causa de desgaste por la falta de lubricación, resaltando el problema de falta de alimentación del aceite Turbinol en la caja northon. En el caso del

torno 3, su principal causa de paradas es por desgaste del tren de piñones. En el torno 4, sus horas de paradas radican principalmente por el desgaste del freno motor.

En el caso del torno 5, prima la falla mecánica referido al desgaste de rodajes de la caja transversal.

Tabla 44: Frecuencia de Fallas Mecánicas en cada uno de los tornos de Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA	FALLA MECÁNICA	FRECUENCIA DE FALLA
Cepillo de Codo	Fractura	20
	Desajuste	8
	Desgaste	29
Máquina de Soldar 1	Desgaste	1
	Cambios de Voltaje	2
	Corrosión	1
Máquina de Soldar marca Miller	Desgaste	1
	Cambios de Voltaje	2
	Corrosión	1
Sierra de Cinta Eléctrica	Fractura	8
	Desgaste	9
	Corrosión	14
Taladro Fresador	Desgaste	2
	Fractura	6

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 44 se puede observar que el cepillo de codo presenta principal causa de sus horas paradas por desgaste de conos, piñones, seguido por la fractura de manubrios. La máquina de soldar presenta su principal causa de paradas por cambios de voltaje al igual que la máquina de soldar marca Miller. Para el caso de la sierra eléctrica, la falla mecánica que prima en cuanto a la recolección de sus horas totales paradas es por la corrosión, debido al mal hábito de no recoger o limpiar el lubricante que se derrama al hacer los cortes. Para el taladro fresador la fractura de engranajes y de piñones son la principal causa de la acumulación de sus horas paradas.

3.3.7 COSTO DE FALLAS MECÁNICAS POR MÁQUINA

Las fallas mecánicas muchas veces se presentan por falta de lubricación, en este caso, las máquinas de la empresa presentan fallas mecánicas muchas veces porque el personal no ajusta bien los componentes de los mismos, no le dan buen uso a las máquinas, pero, lo que prevalece es la presencia de las fallas mecánicas por falta de lubricación. Las fallas mecánicas que se explicarán a continuación son:

- Desgaste.
- Desajuste.
- Fractura.
- Corrosión.

Para realizar el análisis del costo de fallas mecánicas por máquina se contabilizaron los costos en general restándoles aquellos costos que se originaron por pérdida de producción y los costos hora – hombre, quedando de tal manera:

Tabla 45: Costo de Fallas Mecánicas de los Tornos de Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINAS	FALLA MECÁNICA	COSTO DE FALLAS (S/.)
Torno 1	Desgaste	7 112,5
	Desajuste	300
	Fractura	300
	TOTAL	7 712,5
Torno 2	Desgaste	3 450
	Desajuste	1 325
	Fractura	1 600
	TOTAL	6 375
Torno 3	Desgaste	14 825
	Desajuste	425
	Fractura	400
	TOTAL	15 650
Torno 4	Desgaste	12 653
	Desajuste	262,5
	Fractura	512,5
	TOTAL	13 428
Torno 5	Desgaste	3 975
	Desajuste	400
	Corrosión	400
	TOTAL	4 775

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 45 se muestran los costos de fallas mecánicas por máquina, concluyendo que en el caso del torno 1 hay más costos de desgaste por falta de lubricación con S/. 7 112,5; para el torno 2, de desgaste con S/. 3 450; para el torno 3, de desgaste con S/.14 825; para el torno 4, de desgaste con S/. 12 653; para el torno 5, de desgaste con S/. 3 975.

Para entender el siguiente gráfico es necesario hacer las siguientes aclaraciones:

- **M.S marca Miller:** Máquina de Soldar marca Miller

Tabla 46: Costos de Fallas mecánicas de las demás máquinas de Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINAS	FALLA MECÁNICA	COSTO DE FALLAS (S/.)
Taladro Fresador	Desgaste	900
	Fractura	1 325
	TOTAL	2 225
Sierra de Cinta Eléctrica	Fractura	2 400
	Desgaste	175
	Corrosión	6 120
	TOTAL	8 695
Máquina de Soldar marca Miller	Desgaste	1 400
	Cambios de Voltaje	75
	Corrosión	1 400
	TOTAL	2 875
Máquina de Soldar 1	Desgaste	1 400
	Cambios de Voltaje	75
	Corrosión	1 400
	TOTAL	2 875
Cepillo de Codo	Fractura	1 600
	Desajuste	1 070
	Desgaste	2 495
	TOTAL	5 165

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 46 se muestra que para el taladro fresador se obtuvo mayores costos de fractura con S/. 1 325; para la sierra eléctrica, corrosión con S/. 6 120; para la máquina de soldar marca Miller, desgaste y corrosión con S/.1 400; para la máquina de soldar 1, desgaste y corrosión con S/. 1 400 y para el cepillo de codo de desgaste con S/. 2 495.

3.3.8 DESCRIPCIÓN DEL COSTO DE FALLAS POR MÁQUINAS POR MES

Tabla 47: Costos de Fallas mecánicas de los Tornos por mes

MÁQUINAS		COSTO DE FALLAS MECÁNICAS POR MES (S/.)				
		Torno 1	Torno 2	Torno 3	Torno 4	Torno 5
AÑO	MES					
2014	Julio	519,6	321,7	2 142	816,6	296,1
	Agosto	410,2	292,4	38,6	1 043,4	296,1
	Septiembre	492,3	233,9	1 209,6	816,6	333,1
	Octubre	410,2	497,1	126	1 088,8	296,1
	Noviembre	574,3	263,2	1 839,6	861,9	407,2
	Diciembre	984,6	204,7	1 474,2	952,7	333,1
2015	Enero	765,8	233,9	1 209,6	1 633,1	481,2
	Febrero	847,8	292,4	1 600,2	544,4	444,2
	Marzo	437,6	175,5	1 234,8	1 360,9	370,2
	Abril	574,3	2 865,8	1 335,6	771,2	296,1
	Mayo	382,9	350,9	1 549,8	1 134,1	444,2
	Junio	273,5	380,2	655,2	1 270,2	333,1
	Julio	1 039,3	263,2	1 234,8	1 134,1	444,2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 48: Costos de Fallas mecánicas de las demás máquinas

MÁQUINAS		COSTO DE FALLAS MECÁNICAS POR MES (S/.)				
		Cepillo De Codo	Máq. Soldar 1	Sierra Eléctrica	Taladro Fres.	M.S. Miller
AÑO	MES					
2014	Julio	390,1	121,5	1 847,1	68,5	208,4
	Agosto	383,6	222,5	1 976	102,7	39,6
	Septiembre	438,9	237,9	451	85,6	30,3
	Octubre	464,9	228,9	343,6	136,9	246,6
	Noviembre	341,3	288,9	365,1	119,8	261,1
	Diciembre	425,9	244,3	451	205,4	261,1
2015	Enero	347,8	253,2	751,7	325,2	261,1
	Febrero	308,8	253,2	386,6	136,9	261,1
	Marzo	519,6	199,5	408,1	205,4	261,1
	Abril	386,8	239,2	512	308,1	261,1
	Mayo	416,1	159,9	665,8	119,8	261,1
	Junio	312,1	241,7	322,2	256,7	261,1
	Julio	429,1	244,3	214,8	154	261,1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 49: Costos de Fallas mecánicas del Torno 1 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

TORNO 1	Desgaste	S/. 865,22
	Desajuste	S/. 87,09
	Fractura	S/.87,09
	TOTAL	S/. 1 039,3

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Según la tabla 49, el torno 1 obtuvo mayor costo de mantenimiento único de S/.1 039,3 en el mes de julio de 2015, del cual en la tabla 49 se simplifica que en ese mes se tuvo mayor costo en cuanto a desgaste de S/. 865,22.

Tabla 50: Costos de Fallas mecánicas del Torno 2 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

TORNO 2	Desgaste	S/. 2 700,44
	Desajuste	S/. 55,08
	Fractura	S/. 109,47
	TOTAL	S/. 2 865,8

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

De acuerdo a la tabla 50, el torno 2 tuvo en el mes de abril de 2015 el costo de mantenimiento exclusivo más elevado a comparación de los otros meses, el cual fue el de desgaste, con la cifra de S/. 2 700,44 y, en ese mismo mes, el costo de mantenimiento más elevado en cuanto a las fallas mecánicas sucedidas según la tabla 50 fue el de fractura con S/. 109,47.

Tabla 51: Costos de Fallas mecánicas del Torno 3 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

TORNO 3	Desgaste	S/. 2 029,12
	Desajuste	S/. 58,26
	Fractura	S/. 54,84
	TOTAL	S/. 2 142

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 51 se observa que en el mes de julio de 2014 el torno 3 tuvo mayores costos de mantenimiento (costo de fallas mecánicas) de S/. 2 142, dentro de los cuales en ese mes el mayor costo fue el de desgaste son S/. 2 092,12, dicha cifra se observa en la tabla 51.

Tabla 52: Costos de Fallas mecánicas del Torno 4 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

TORNO 4	Desgaste	S/. 909,48
	Desajuste	S/. 339,36
	Fractura	S/. 384,27
	TOTAL	S/. 1 633,1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Según la tabla 52 se muestra que en el mes de enero de 2015 se obtuvo mayores costos de mantenimiento exclusivo en cuanto a sus fallas mecánicas, un costo de S/. 1 633,1 de los cuales el desgaste según la tabla 52 tuvo un elevado costo de S/. 909,48.

Tabla 53: Costos de Fallas mecánicas del Torno 5 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

TORNO 5	Desgaste	S/. 443,77
	Desajuste	S/. 18,72
	Corrosión	S/. 18,72
	TOTAL	S/. 481,2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 53 se muestra que en el mes de enero de 2015 se obtuvo una cantidad mayor de S/. 481,2 en cuanto a sus fallas mecánicas, de los cuales el mayor costo implicado fue el de desgaste según la tabla 53 con S/. 443,77.

Tabla 54: Costos de Fallas mecánicas del Cepillo de Codo del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

CEPILLO DE CODO	Fractura	S/. 160,97
	Desajuste	S/. 107,66
	Desgaste	S/. 251,02
	TOTAL	S/. 519,6

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 54 se puede apreciar que en el mes de marzo de 2015 se recolectó mayores costos de mantenimiento exclusivo, un costo de S/. 519,6 de los cuales en la tabla 54 se explica que la falla mecánica de desgaste tuvo un mayor costo de S/. 251,02.

Tabla 55: Costos de Fallas mecánicas de a Máquina de Soldar 1 del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA DE SOLDAR 1	Desgaste	S/. 116
	Cambios de Voltaje	S/. 21,2
	Corrosión	S/. 116
	TOTAL	S/. 253,2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

De acuerdo a la tabla 55, la máquina de soldar 1 obtuvo mayores costos de mantenimiento exclusivos de fallas de S/. 253,2 en los meses de enero y febrero de 2015, de los cuales en la tabla 55 explica que las fallas por desgaste y corrosión son los que más resaltan con una cantidad de S/. 116, esto se debe a que los operarios dejan que a la máquina le entren agente externos.

Tabla 56: Costos de Fallas mecánicas de la Máquina de Soldar marca Miller del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA DE SOLDAR MILLER	Desgaste	S/. 123
	Cambios de Voltaje	S/. 15,1
	Corrosión	S/. 123
	TOTAL	S/. 261,1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 56 se puede apreciar que en el mes desde noviembre de 2014 a julio de 2015 los costos de mantenimiento exclusivo son los más elevados con un costo de S/. 261,10 recalando que en esos meses los costos referidos al desgaste y a la corrosión son mayores a comparación de los que incluyen las fallas por cambio de voltaje, con un costo de S/. 246.

Los costos de las dos máquinas de soldar son casi iguales, debido a que la disponibilidad de las mismas en su mayoría han coincidido, cabe señalar que la máquina de soldar 1 es aquella que se mantiene inoperativa por mucho tiempo al igual que la máquina de soldar de marca Miller y esto se debe a que cuentan con otra máquina de soldar que actualmente está operativa, dejando sin arreglar a las demás máquinas del área de soldado.

Tabla 57: Costos de Fallas mecánicas de la Sierra Eléctrica del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

SIERRA DE CINTA ELÉCTRICA	Fractura	S/. 744
	Desgaste	S/.502
	Corrosión	S/. 730
	TOTAL	S/. 1 976

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 57 se muestra los costos de mantenimiento exclusivo de la sierra eléctrica, resaltando que en el de agosto de 2014 los costos fueron mayores a comparación de los demás meses, el cual fue de S/ 1 976 de los cuales se detalla que las falla de fractura y corrosión son los mayores, con una cifra de S/. 744 y S/. 730 respectivamente.

Tabla 58: Costos de Fallas mecánicas del Taladro Fresador del mes con mayor costo de Julio de 2014 a Julio de 2015

TALADRO FRESADOR	Desgaste	S/. 78,2
	Fractura	S/. 247
	TOTAL	325,2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 58 se observa que en el mes de enero de 2015 los costos de mantenimiento exclusivo son los más elevados en comparación de los demás meses, cuyo costo es de S/. 325,2 y, se especifica que la falla mecánica de fractura es la que conlleva mayor costo, el cual es de S/.247.

3.3.9 ASIGNACIÓN DE PORCENTAJES DE LOS COSTOS DE FALLAS MECÁNICAS DE LOS MESES CON MAYORES COSTOS

Tabla 59: Costos de Fallas Mecánicas de los tornos desde Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA	FALLA MECÁNICA	PORCENTAJE
TORNO 1	Desgaste	83,24 %
	Desajuste	8,38 %
	Fractura	8,38 %
TORNO 2	Desgaste	94,26 %
	Desajuste	1,92 %
	Fractura	3,82 %
TORNO 3	Desgaste	94,72 %
	Desajuste	2,72 %
	Fractura	2,56 %
TORNO 4	Desgaste	55,69 %
	Desajuste	20,78 %
	Fractura	23,53 %
TORNO 5	Desgaste	92,22 %
	Desajuste	3,89 %
	Corrosión	3,89 %

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 59 se muestra los porcentajes de los costos por máquina y por falla mecánica, según esta información el torno q tiene un porcentaje de 83,24% de los costos de fallas mecánicas en el mayor mes, en cuanto a desgaste; para el torno 2 un 94,26% de los costos de fallas, en cuanto a desgaste; para el torno 3 un 94,72% de los costos de mantenimiento de falla en cuanto a desgaste; para el torno 4, un 55,69% de los costos en cuanto a desgaste y para el torno 5 un 99,22% de los costos en cuanto a desgaste. Cabe resaltar que estas fallas mecánicas en su gran mayoría de presentan por la falta de lubricación.

Tabla 60: Costos de Fallas Mecánicas de las demás máquinas desde Julio de 2014 a Julio de 2015

MÁQUINA	FALLA MECÁNICA	PORCENTAJE
CEPILLO DE CODO	Desgaste	48,31 %
	Desajuste	20,72 %
	Fractura	30,98 %
MÁQUINA DE SOLDAR 1	Desgaste	45,81 %
	Cambios de Voltaje	8,33 %
	Corrosión	45,81 %
MÁQUINA DE SOLDAR MILLER	Desgaste	47,11 %
	Cambios de Voltaje	5,78 %
	Corrosión	47,11 %
SIERRA DE CINTA ELÉCTRICA	Fractura	37,65 %
	Desgaste	25,40 %
	Corrosión	36,94 %
TALADRO FRESADOR	Desgaste	24,05 %
	Fractura	75,95 %

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Según la tabla 60 el cepillo de codo obtuvo un porcentaje de 48,31% de los costos de desgaste en base a los costos de fallas mecánicas para esa máquina, para el caso de la máquina de soldar 1 su porcentaje mayor fue de 45,81% en cuanto a desgaste y corrosión, en base a los demás costos de fallas para esa máquina, al igual que la máquina de soldar de marca Miller con un porcentaje de 47,11%, para el caso de la sierra eléctrica su mayor porcentaje fue de 36,94% en cuanto a la corrosión producto de la falta de limpieza por operarios, en base a los demás costos de fallas mecánicas de la máquina, para el caso del taladro fresador, su mayor porcentaje fue de 75,95% en cuanto a fractura, a comparación de los demás porcentajes de los costos de fallas mecánicas de las máquinas.

3.3.10 DEPRECIACIÓN

La depreciación se toma en cuenta como factor principal para determinar si es conveniente aplicar un mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa. Los datos de depreciación así como las observaciones se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 61: Condición de estado de Depreciación de las maquinarias

MÁQUINA	PORCENTAJE ANUAL MÁXIMO DE DEPRECIACIÓN	AÑO DE FABRICACIÓN	AÑOS DE VIDA	COSTO	OBSERVACIÓN
Cepillo de Codo	20%	1 980	10	\$ 3 800	DEPRECIADO
Torno 1	20%	1 985	15	\$ 14 500	DEPRECIADO
Torno 2	20%	1 981	15	S/. 10 000	DEPRECIADO
Torno 3	20%	1 981	15	\$ 14 959	DEPRECIADO
Torno 4	20%	1 979	15	\$ 9 500	DEPRECIADO
Torno 5	20%	1 980	15	\$ 17 500	DEPRECIADO
Taladro Fresador	20%	1 982	10	\$3 580	DEPRECIADO
Sierra de Cinta Eléctrica	10%	1 990		\$ 12 800	DEPRECIADO
Máquina de Soldar 1	20%	1 985	10	S/. 1 900	DEPRECIADO
Máquina de Soldar marca Miller	20%	1 985	10	S/. 4 500	DEPRECIADO

Fuente: Datos de SUNAT Y Construcciones Reyes S.R.L.

Como puede apreciarse en la tabla 61 las maquinarias tienen a lo mucho 15 años de vida para el caso de los tornos, sin embargo, en la empresa hasta el momento han funcionado 18 años, es decir, hace dos años culminó su tiempo de vida, es por ello que necesariamente se les aplicará un mantenimiento preventivo para conservar y sobrellevar el estado de las mismas de tal forma que puedan operar y fabricar los productos que son solicitados por los clientes.

Cabe recalcar que es recomendable que a los tornos se les aplique mantenimiento predictivo, pero en este caso se les aplicará mantenimiento preventivo por el estado completamente en depreciación en la que se encuentran las maquinarias de la empresa.

3.4 DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la implementación del Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de la Maquinarias, en primera instancia se calculó la confiabilidad de las mismas mediante Weibull con el apoyo del Excel y de las hojas Weibull. Los resultados se presentan a continuación. El primer paso que se da para implementar el Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad es calcular la confiabilidad de las maquinarias, para ellos se debe calcular en primer lugar la media de fallas acumuladas que se muestran a continuación.

Para calcular la media de las fallas acumuladas, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$F(t) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

Donde “i” es igual al número de falla a analizar y “n” es igual al total de fallas. Tabulando los datos en Excel, se obtienen los siguientes resultados:

3.4.1 CONFIABILIDAD DEL TORNO 1

Tabla 62: Organización de Datos del Torno 1

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	480	6,202	5,224
2	480	6,202	12,687
3	480	6,202	20,149
4	480	6,202	27,612
5	540	6,977	35,075
6	540	6,977	42,537
7	540	6,977	50
8	600	7,752	57,463
9	660	8,527	64,925
10	720	9,302	72,388
11	720	9,302	79,851
12	720	9,302	87,313
13	780	10,078	94,776
TOTAL	7740	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Posteriormente, se plasmarán los datos de las fallas en la hoja Weibull, así como también se trazará una línea que aglomere a los puntos lo más cercano posible entre ellos, luego se traza una línea perpendicular a la traza

anteriormente desde el punto de estimación para calcular la forma. La hoja Weibull para el Torno 1 quedará de la siguiente manera:

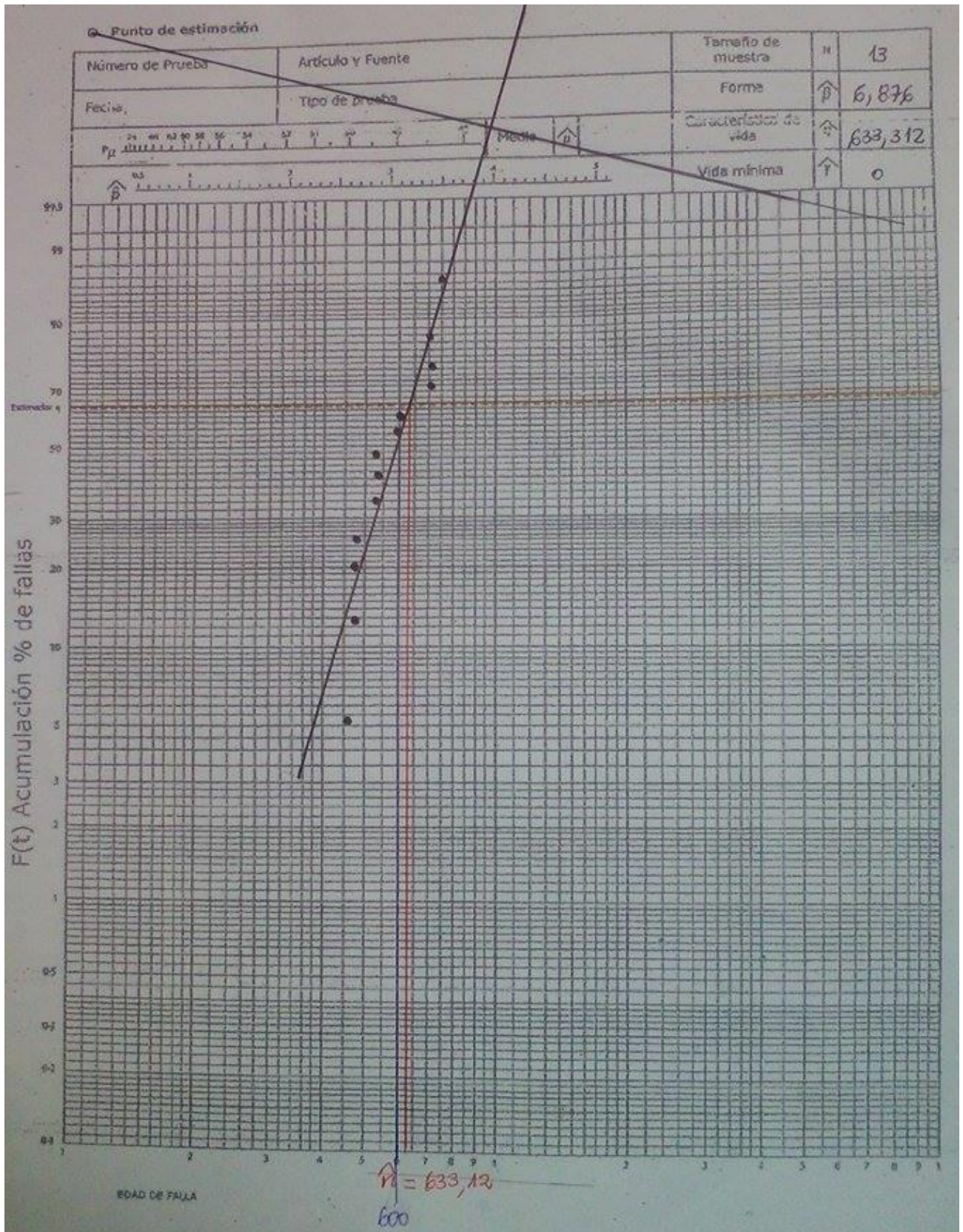


Figura 14: Hoja Weibull del Torno 1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Los datos son recogidos para hablar la confiabilidad. Para calcular la confiabilidad en la máquina se aplica la fórmula especificada en Fundamentos Teóricos-Análisis Weibull. Los datos que se necesita son:

Tiempo considerado (t) = 600

Característica de vida (η) = 633,312

Factor de Forma (β) = 6,87

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \right)^\beta$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{600}{633,312}\right)^{6,87}} \right)^{6,87}$$

$$R(t) = 50\%$$

Se concluye que el Torno 1 tiene una confiabilidad de 50%.

3.4.2 CONFIABILIDAD DEL TORNO 2

Tabla 63: Organización de Datos del Torno 2

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	720	4,054	5,224
2	1 020	5,743	12,687
3	1 080	6,081	20,149
4	1 080	6,081	27,612
5	1 140	6,419	35,075
6	1 260	7,094	42,537
7	1 380	7,770	50
8	1 441	8,113	57,463
9	1 500	8,445	64,925
10	1 500	8,445	72,388
11	1 680	9,459	79,851
12	1 800	10,135	87,313
13	2 160	12,161	94,776
TOTAL	17 761	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

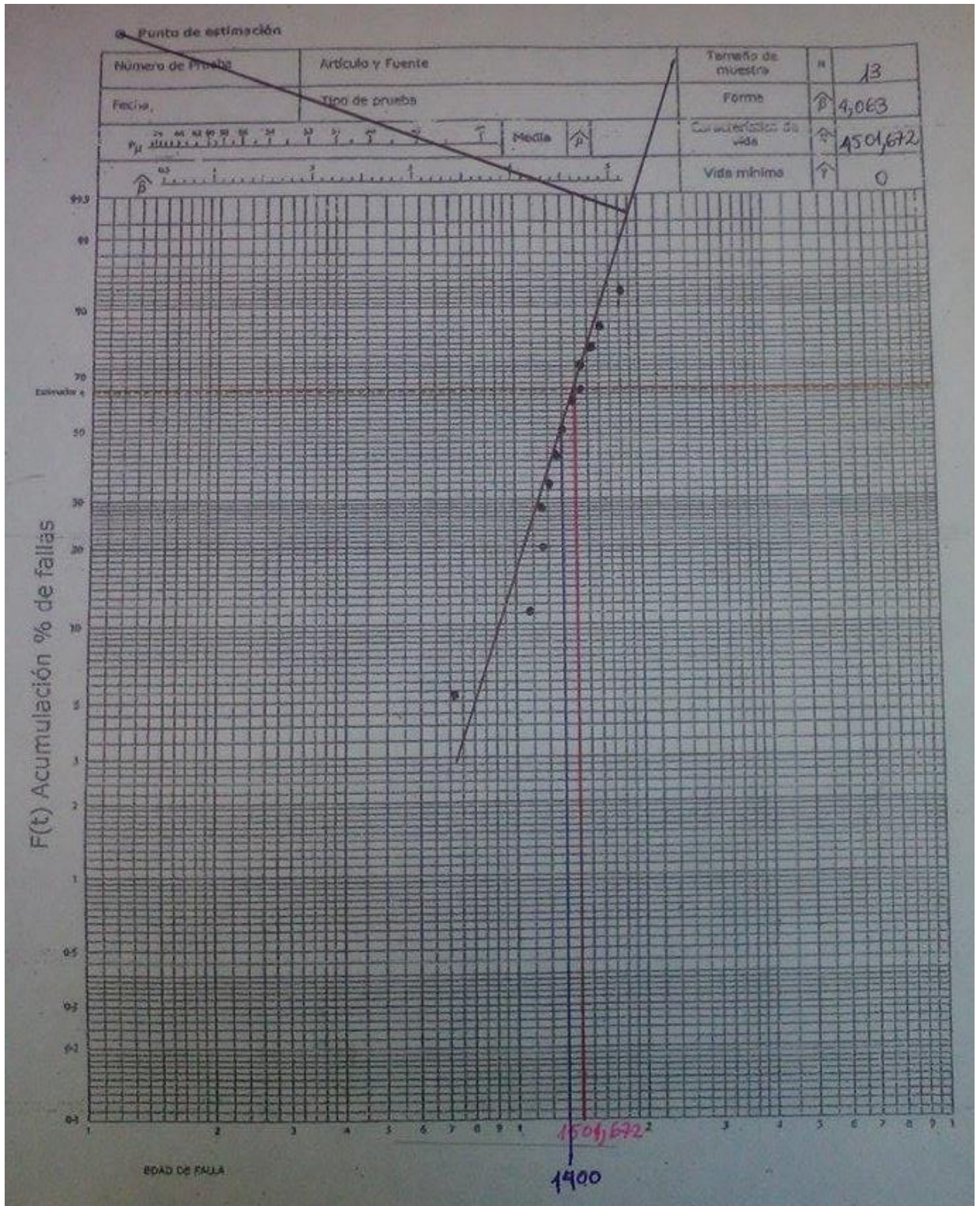


Figura 15: Hoja Weibull del Torno 2

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Los datos son recogidos para hablar la confiabilidad. Para calcular la confiabilidad en la máquina se aplica la fórmula especificada en Fundamentos Teóricos-Análisis Weibull. Los datos que se necesita son:

Tiempo considerado (t) = 1 400
 Característica de vida (η) = 1 501,672
 Factor de Forma (β) = 4,063
 Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \right)$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{1\,400}{1\,501,672}\right)^{4,063}} \right)$$

$$R(t) = 48,47\%$$

Se concluye que el Torno 2 tiene una confiabilidad de 48,47%.

3.4.3 CONFIABILIDAD DEL TORNO 3

Tabla 64: Organización de Datos del Torno 3

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	184	0,247	5,224
2	600	0,805	12,687
3	3 120	4,187	20,149
4	5 760	7,729	27,612
5	5 760	7,729	35,075
6	5 880	7,890	42,537
7	5 880	7,890	50,000
8	6 360	8,534	57,463
9	7 020	9,420	64,925
10	7 380	9,903	72,388
11	7 620	10,225	79,851
12	8 760	11,755	87,313
13	10 200	13,687	94,776
TOTAL	74 524	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

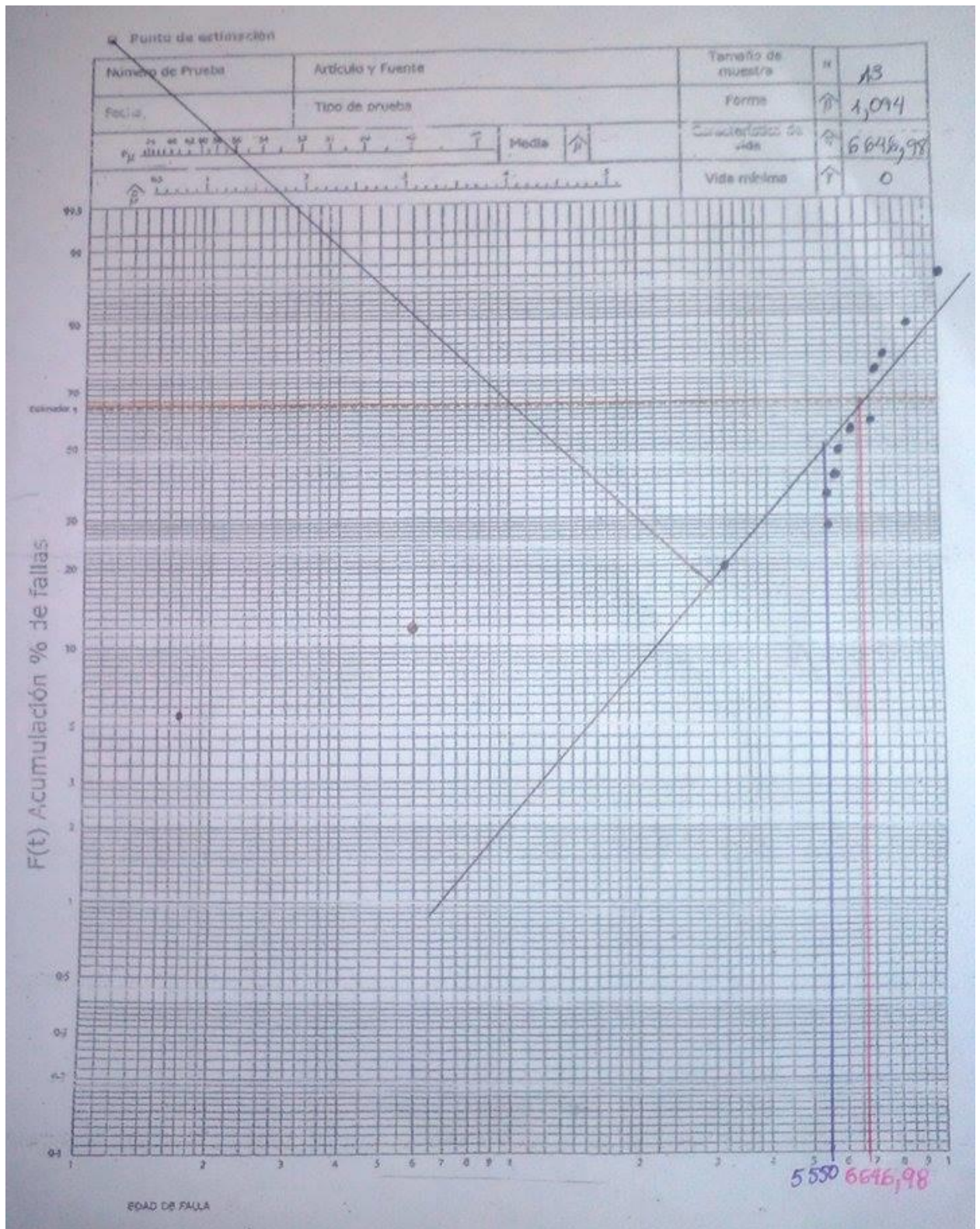


Figura 16: Hoja Weibull del Torno 3

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la figura 16, según la hoja de Weibull del Torno 3, puede observarse que la dispersión de los minutos de falla, se disgrega en grandes distancias, esto indica que a partir del cuarto mes la máquina ha estado fallando repetidamente.

Tiempo considerado (t) = 5 550
 Característica de vida (η) = 6 646,98
 Factor de Forma (β) = 1,094

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \right)$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{5\,550}{6\,646,98}\right)^{1,094}} \right)$$

$$R(t) = 44\%$$

Se concluye que el Torno 3 tiene una confiabilidad de 44%.

3.4.4 CONFIABILIDAD DEN TORNO 4

Tabla 65: Organización de Datos del Torno 4

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	360	2,752	5,224
2	420	3,211	12,687
3	480	3,670	20,149
4	480	3,670	27,612
5	540	4,128	35,075
6	540	4,128	42,537
7	600	4,587	50
8	600	4,587	57,463
9	660	5,046	64,925
10	720	5,505	72,388
11	780	5,963	79,851
12	1 020	7,798	87,313
13	5 880	44,954	94,776
TOTAL	13 080	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

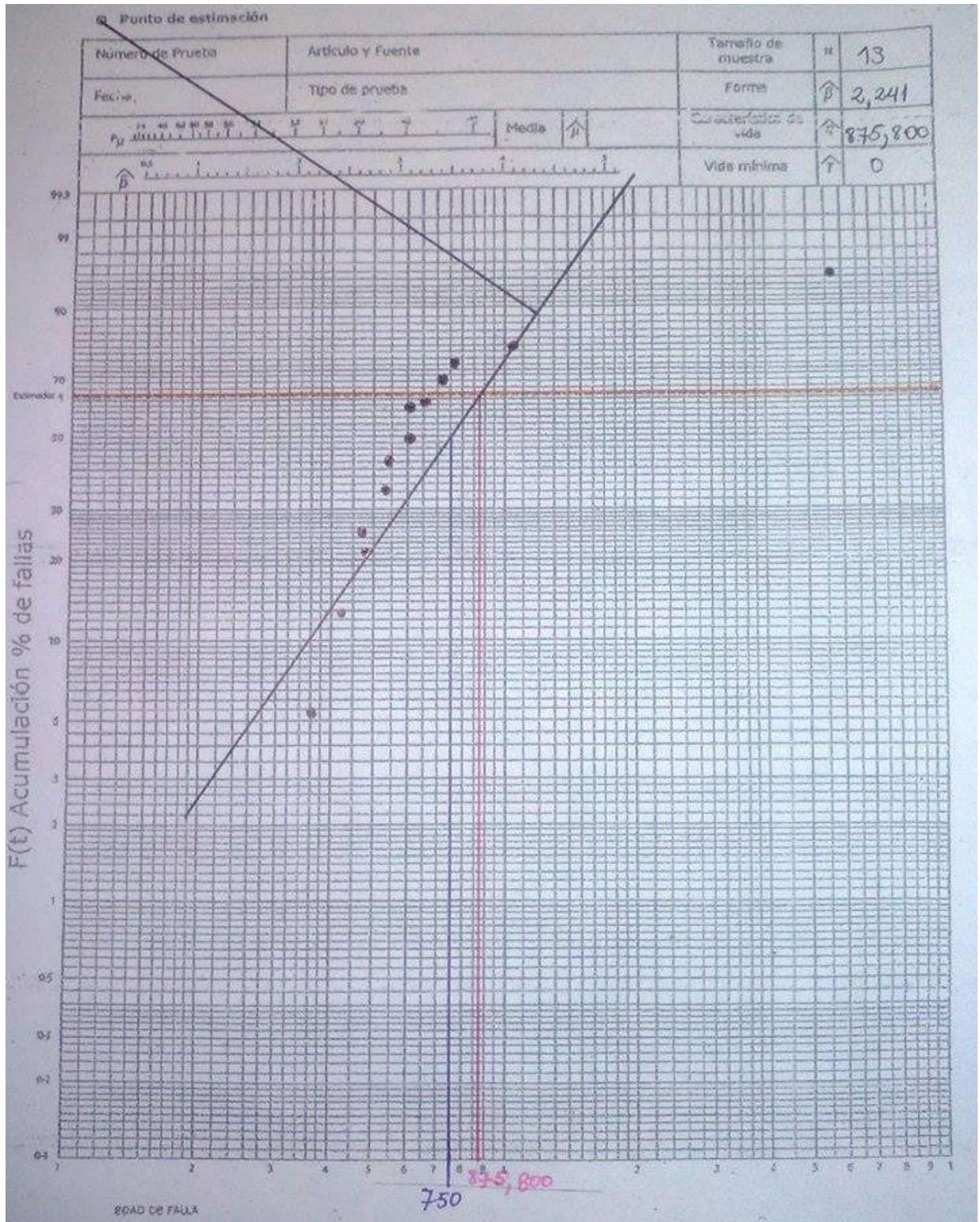


Figura 17: Hoja Weibull del Torno 4

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tiempo considerado (t) = 750
 Característica de vida (η) = 875,800
 Factor de Forma (β) = 2,241

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)} \right)^\beta$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{750}{875,800}\right)} \right)^{2,241}$$

$$R(t) = 49,34\%$$

Se concluye que el Torno 4 tiene una confiabilidad de 49,34%.

3.4.5 CONFIABILIDAD DEL TORNO 5

Tabla 66: Organización de Datos del Torno 5

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	600	3,546	5,224
2	840	4,965	12,687
3	900	5,319	20,149
4	900	5,319	27,612
5	960	5,674	35,075
6	1 080	6,383	42,537
7	1 140	6,738	50
8	1 260	7,447	57,463
9	1 260	7,447	64,925
10	1 680	9,929	72,388
11	1 860	10,993	79,851
12	2 160	12,766	87,313
13	2 280	13,475	94,776
TOTAL	16 920	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

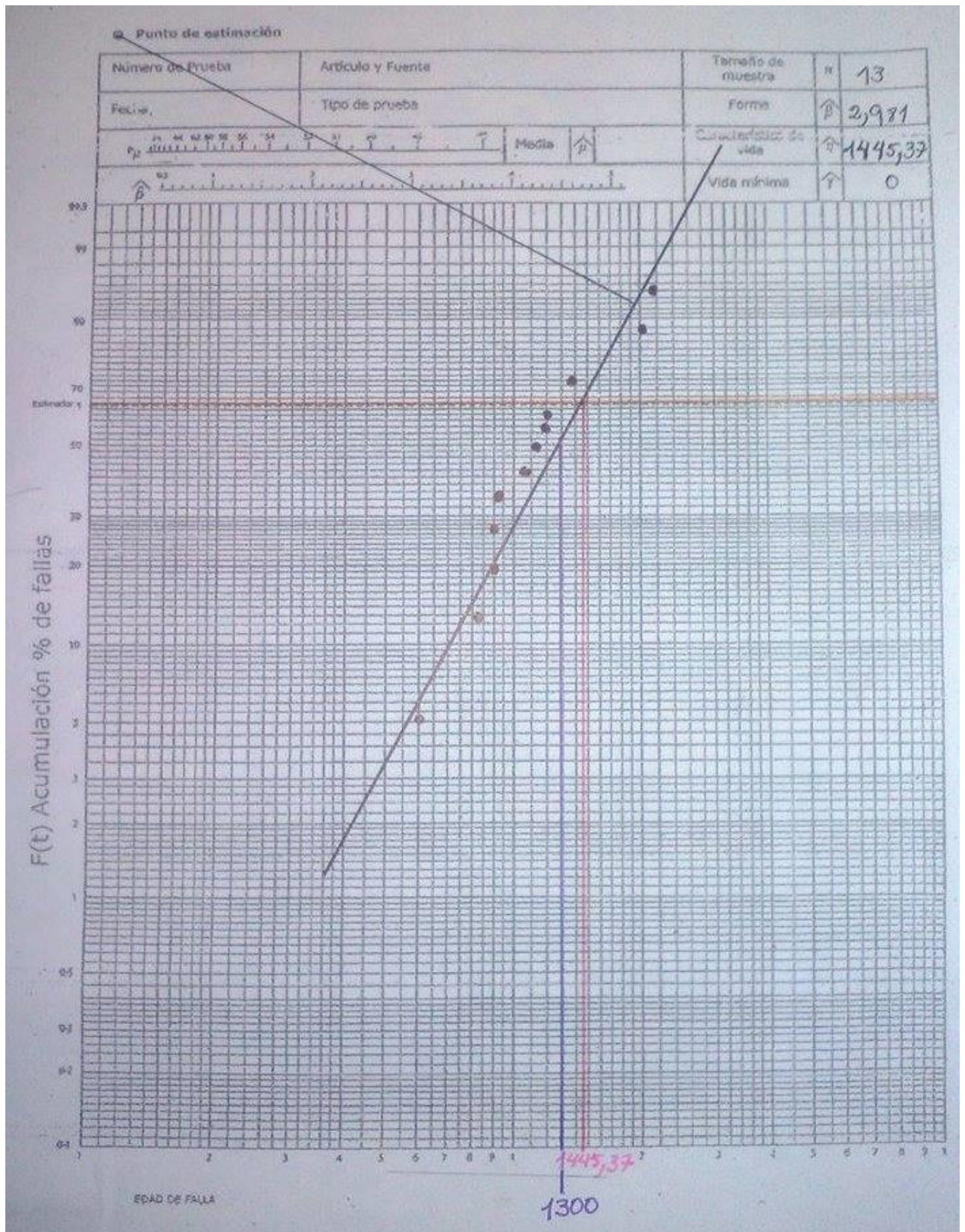


Figura 18: Hoja Weibull del Torno 5

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tiempo considerado (t) = 1 300
 Característica de vida (η) = 1 445,37
 Factor de Forma (β) = 2,981

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)} \right)^\beta$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{1\,300}{1\,445,37}\right)} \right)^{2,981}$$

$$R(t) = 48\%$$

Se concluye que el Torno 5 tiene una confiabilidad de 48%.

3.4.6 CONFIABILIDAD DEL TALADRO FRESADOR

Tabla 67: Organización de Datos del Taladro Fresador

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	240	3,077	5,224
2	300	3,846	12,687
3	360	4,615	20,149
4	420	5,385	27,612
5	420	5,385	35,075
6	480	6,154	42,537
7	480	6,154	50
8	540	6,923	57,463
9	720	9,231	64,925
10	720	9,231	72,388
11	900	11,538	79,851
12	1 080	13,846	87,313
13	1 140	14,615	94,776
TOTAL	7 800	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

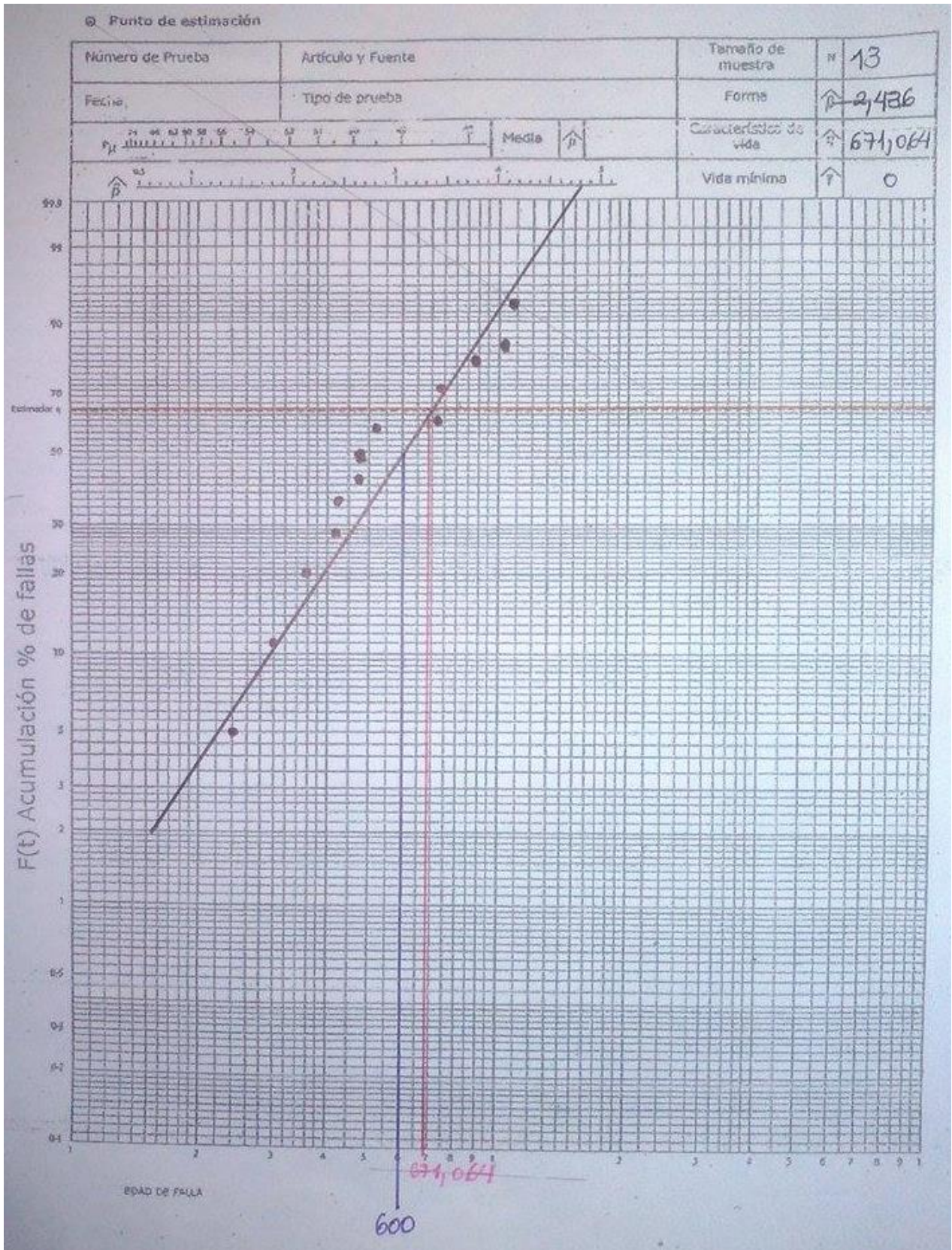


Figura 19: Hoja Weibull del Taladro Fresador

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tiempo considerado (t) = 600
 Característica de vida (η) = 671,064
 Factor de Forma (β) = 2,436

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}} \right)^{\beta}$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{600}{671,064}\right)^{2,436}} \right)^{2,436}$$

$$R(t) = 46,7\%$$

Se concluye que el Taladro Fresador tiene una confiabilidad de 46,7%.

3.4.7 CONFIABILIDAD DE LA MÁQUINA DE SOLDAR 1

Tabla 68: Organización de Datos de la Máquina de Soldar 1

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	1 380	1,055	5,224
2	1 800	1,376	12,687
3	9 480	7,248	20,149
4	11 220	8,578	27,612
5	11 880	9,083	35,075
6	11 880	9,083	42,537
7	11 880	9,083	50
8	11 880	9,083	57,463
9	11 880	9,083	64,925
10	11 880	9,083	72,388
11	11 880	9,083	79,851
12	11 880	9,083	87,313
13	11 880	9,083	94,776
TOTAL	130 800	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

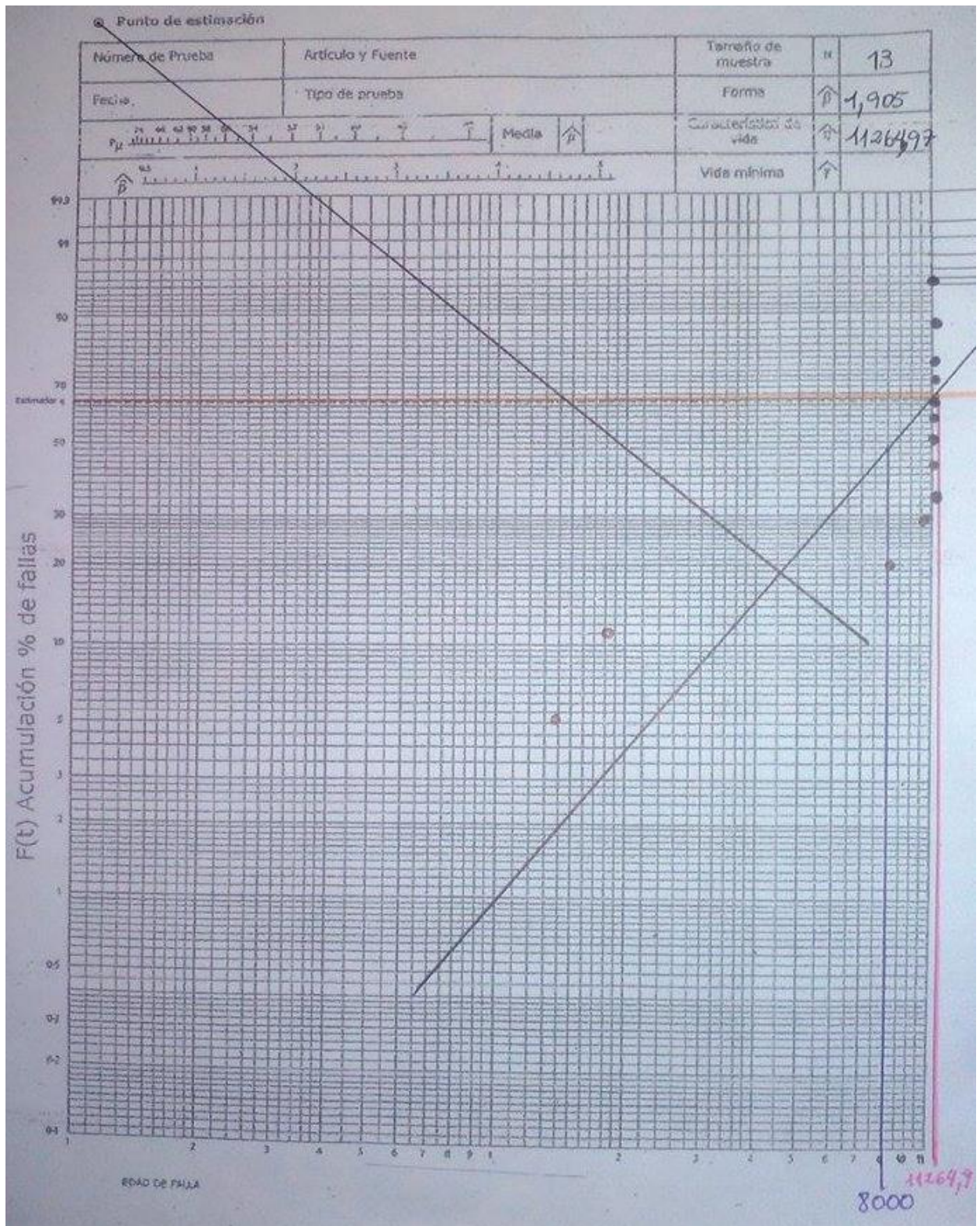


Figura 20: Hoja Weibull de la Máquina de Soldar 1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La Hoja Weibull de la máquina de soldar 1 en la figura 20 nos indica que a partir del cuarto mes, prácticamente la máquina ha estado muerta, en completo desuso, esto se debe a las constantes fallas que ha presentado, a causa de los vencimientos de los cables y por la poca preocupación del jefe

de logística, quien es la persona que no proporcionó los repuestos necesarios para que ésta opere normalmente.

Tiempo considerado (t) = 8000

Característica de vida (η) = 11 264,97

Factor de Forma (β) = 1,905

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}} \right)$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{8000}{11\ 264,97}\right)^{1,905}} \right)$$

$$R(t) = 59,39\%$$

Se concluye que la máquina de soldar 1 tiene una confiabilidad de 59,39%.

3.4.8 CONFIABILIDAD DE LA MÁQUINA DE SOLDAR MARCA MILLER

Tabla 69: Organización de Datos de la Máquina de Soldar marca Miller

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	1 380	1,055	5,224
2	1 800	1,376	12,687
3	9 480	7,248	20,149
4	11 220	8,578	27,612
5	11 880	9,083	35,075
6	11 880	9,083	42,537
7	11 880	9,083	50
8	11 880	9,083	57,463
9	11 880	9,083	64,925
10	11 880	9,083	72,388
11	11 880	9,083	79,851
12	11 880	9,083	87,313
13	11 880	9,083	94,776
TOTAL	130 800	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

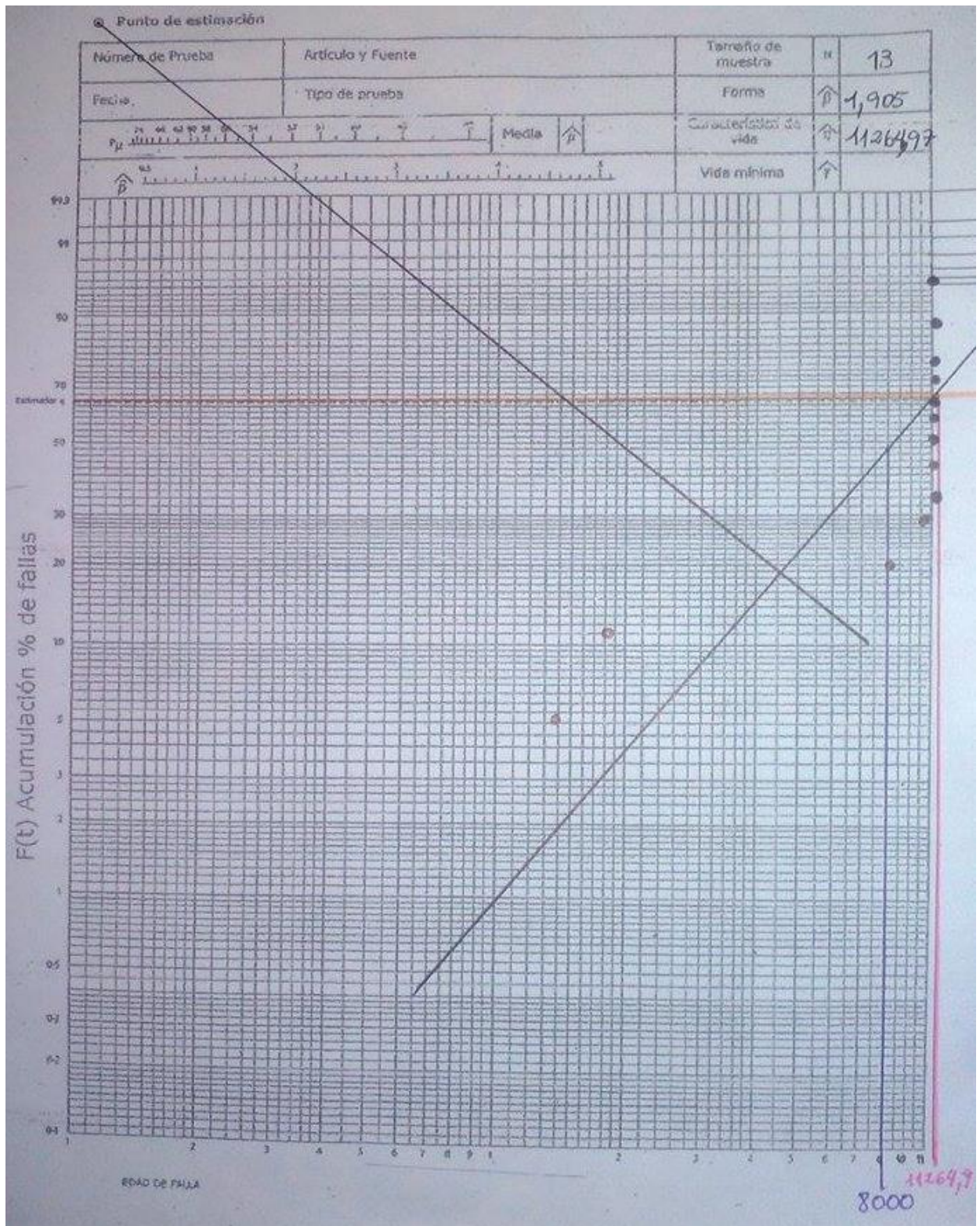


Figura 21: Hoja Weibull de la Máquina de Soldar marca Miller

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La Hoja Weibull de la máquina de soldar marca Miller en la figura 21 nos indica que los sucesos de fallas son los mismos que la máquina de soldar 1, por ende, los cálculos y los resultados con los mismos.

Tiempo considerado (t) = 8000
 Característica de vida (η) = 11 264,97
 Factor de Forma (β) = 1,905

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \right)$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{8000}{11\,264,97}\right)^{1,905}} \right)$$

$$R(t) = 59,39\%$$

Se concluye que la máquina de soldar marca Miller tiene una confiabilidad de 59,39%.

3.4.9 CONFIABILIDAD DEL CEPILLO DE CODO

Tabla 70: Organización de Datos del Cepillo de Codo

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	5 700	6,009	5,224
2	5 760	6,073	12,687
3	6 300	6,642	20,149
4	6 420	6,769	27,612
5	7 080	7,464	35,075
6	7 140	7,528	42,537
7	7 200	7,591	50
8	7 680	8,097	57,463
9	7 860	8,287	64,925
10	7 920	8,350	72,388
11	8 100	8,540	79,851
12	8 100	8,540	87,313
13	9 590	10,111	94,776
TOTAL	94 850	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

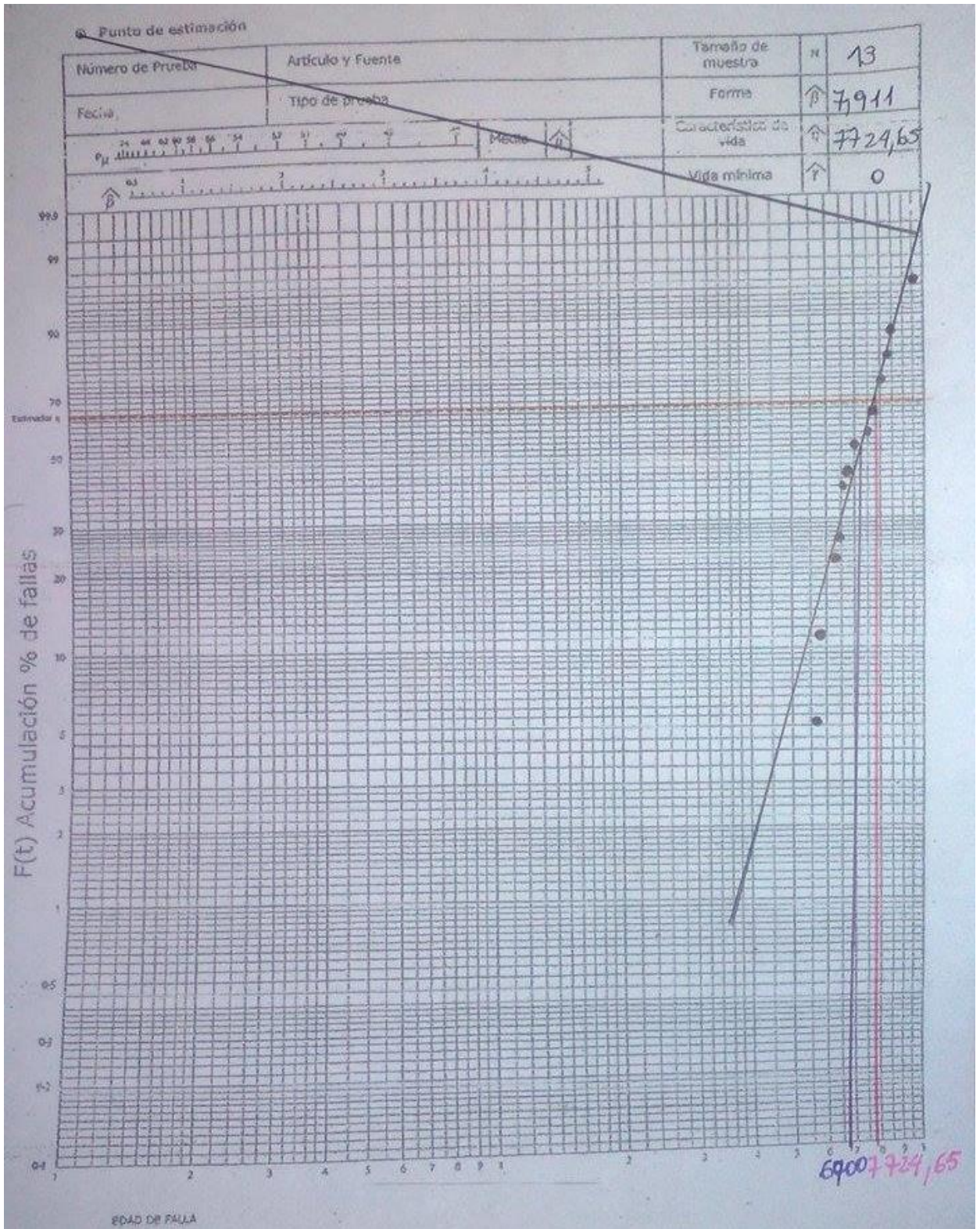


Figura 22: Hoja Weibull del Cepillo de Codo

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tiempo considerado (t) = 6 900
 Característica de vida (η) = 7 724,65
 Factor de Forma (β) = 7,911

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)} \right)^\beta$$

$$R(t) = \left(e^{-\left(\frac{6900}{7\,724,65}\right)} \right)^{7,911}$$

$$R(t) = \mathbf{66,41\%}$$

Se concluye que el Cepillo de Codo tiene una confiabilidad de 66,41%.

3.4.10 CONFIABILIDAD DE LA SIERRA DE CINTA ELÉCTRICA

Tabla 71: Organización de Datos de la Sierra de Cinta Eléctrica

Número de falla	Minutos de falla	% de fallas	Media Acumulado de fallas (%)
1	600	2,463	5,224
2	900	3,695	12,687
3	960	3,941	20,149
4	1 020	4,187	27,612
5	1 080	4,433	35,075
6	1 140	4,680	42,537
7	1 260	5,172	50
8	1 260	5,172	57,463
9	1 500	6,158	64,925
10	1 860	7,635	72,388
11	2 100	8,621	79,851
12	5 160	21,182	87,313
13	5 520	22,660	94,776
TOTAL	24 360	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

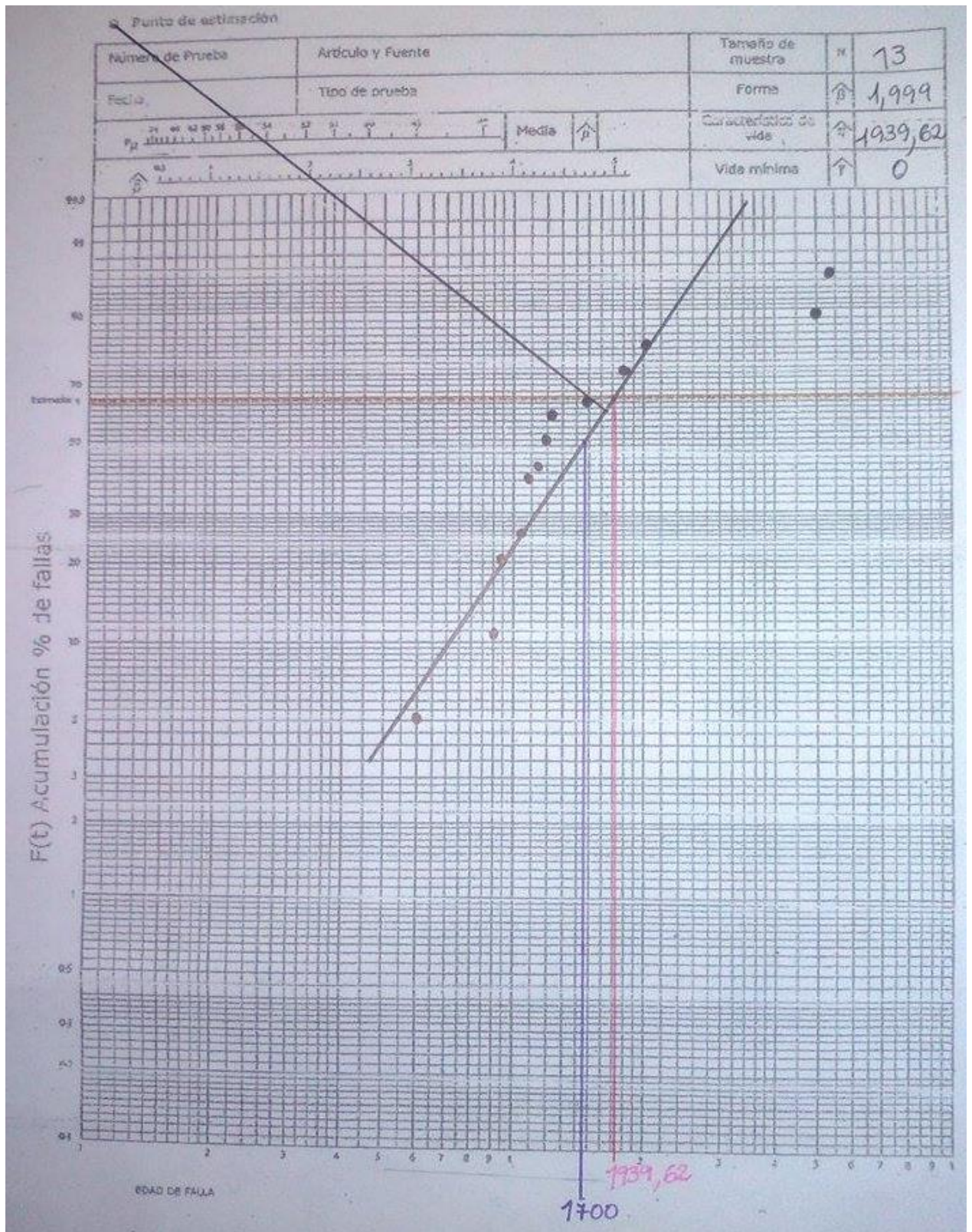


Figura 23: Hoja Weibull de la Sierra de Cinta Eléctrica

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tiempo considerado (t) = 1 700

Característica de vida (η) = 1 939,62

Factor de Forma (β) = 1,999

Entonces:

$$R(t) = \left(e^{\left(\frac{t}{\eta}\right)}\right)^{\beta}$$

$$R(t) = \left(e^{\left(\frac{1\,700}{1\,939,62}\right)}\right)^{1,999}$$

$$R(t) = \mathbf{46,38\%}$$

Se concluye que la Sierra de Cinta Eléctrica tiene una confiabilidad de 46,38%.

Tabla 72: Cuadro de Confiabilidad de las máquinas desde Julio de 2014 a Julio de 2015

Máquinas	Confiabilidad
Torno 1	50%
Torno 2	48,47%
Torno 3	44%
Torno 4	49,34%
Torno 5	48%
Taladro Fresador	46,7%
Máquina de Soldar marca Miller	59,39%
Cepillo de Codo	66,41%
Sierra de Cinta Eléctrica	46,38%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 72 se observa que el Torno 3 es la máquina que tiene menor confiabilidad de todas las máquinas.

Para mejorar esta situación se implementará una normativa que estará en la parte final del documento antes de llegar a anexos, en la cual, se detallará el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo, puesto que, parte de la mejora de la investigación es hacer que se cumpla con el cronograma de Mantenimiento Preventivo.

3.5 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.

SENATI (1995) en su libro de Manual de Mantenimiento, nos ofrece una guía para crear el plan de mantenimiento preventivo, los cuales, junto a los técnicos trabajadores han sido recopiladas con el fin de crear el plan a seguir.

El plan a implementar en la empresa se basa en el Mantenimiento Preventivo, que significa que todas las acciones están dirigidas en mantener a los equipos en buenas condiciones de operación para prevenir fallas, y si estas ocurren, que sus consecuencias sean lo menos impactante posibles, tanto para la seguridad, como para la producción.

3.5.1 OBJETIVO GENERAL

El plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias de la empresa tiene como objetivo el de garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de las maquinarias de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa.

3.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Minimizar el tiempo muerto en producción aplicable al mantenimiento.
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos que puedan afectar de manera directa a la calidad de los productos.
- Incrementar la vida útil de la maquinaria y equipos de la empresa.
- Reducir los costos de mantenimiento.

3.5.3 ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las entradas del plan de mantenimiento preventivo la conforman los recursos de mantenimiento, los requerimientos de producción, las maquinarias instaladas; la salida del modelo es el equipo disponible, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la empresa, también se necesitarán recursos los cuales son el recurso humano, servicio, presupuesto, documentos referentes, herramientas y repuestos.

3.5.4 PASOS BÁSICOS PARA EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los pasos básicos para desarrollar los trabajos de mantenimiento permitiendo la planeación, organización y ejecución de éstos, con el fin de optimizar e incrementar las salidas del modelo de mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Solicitud del servicio.
- Planeación y programación.
- Ejecución
- Reporte

3.5.5 ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las actividades del programa de mantenimiento preventivo tendrán como objetivo de conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y la de detectar posibles fallas potenciales que puedan ocasionar parada en la producción o afectar la seguridad del personal. Estas actividades están conformadas por:

- ***Mantenimiento Autónomo:*** el mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. los objetivo fundamentales del mantenimiento autónomo son:
 - ✓ Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
 - ✓ Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares.
 - ✓ Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
 - ✓ Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y a pleno rendimiento.
- ***Inspecciones periódicas programadas:*** consiste en revisar en intervalos de tiempo fijo, independientemente de su estado original, piezas o componentes de las máquinas y equipos críticos en el proceso de producción. El propósito principal de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de

las partes del equipo. La información de estas inspecciones es utilizada para predecir fallas y planear acciones de mantenimiento.

- ✓ Inspecciones de rutina: Es el conjunto de actividades de mantenimiento de primer nivel que ejecuta el operario al inicio y durante la marcha del equipo. Las inspecciones de rutina incluyen actividades de lubricación, ajustes y aseo del equipo.
- **Lubricación:** actividades tendientes a mejorar el comportamiento de desgaste de superficies en contactos y en movimiento, ya que, se visualizó en el diagnóstico que el desgaste es una de las principales fallas mecánicas que tiene mayor frecuencia de presentación.
- **Ajustes:** actividades orientadas a devolver las características del montaje a los equipos de acuerdo a los estándares definidos.

3.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El soporte del programa de mantenimiento preventivo se encuentra en el sistema de información, que permite llevar el mantenimiento de una manera organizada y programada. El sistema de información ayuda a controlar las actividades e intervenciones hechas a los equipos como también los repuestos empleados. El sistema de información del programa está conformado por los siguientes formatos:

- 3.6.1 Inventario de maquinarias:** este formato recoge a la maquinaria que se encuentra en la empresa, describiendo el código del máquina o equipo, nombre de máquina o equipo, código, modelo, serie, año de fabricación, documentación técnica y fichas de mantenimiento. En la siguiente tabla se muestra el formato del inventario a llenar:

Tabla 73: Inventario de Máquinas y Equipos

N°	CÓDIGO	NOMBRE DE MÁQUINA O EQUIPO	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICACIÓN	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA						FICHAS DE MANTENIMIENTO				
						MF	MO	P	FT	C	LR	MA	MM	ME	CL	HM
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”

MF = Manual Fabricante

MO = Manual de Operación

P = Planos

FT = Ficha Técnica

C = Catálogos

LR = Lista de Repuestos

MA = Mantenimiento Autónomo

MM = Mantenimiento Mecánico

ME = Mantenimiento Eléctrico

CL = Carta de Lubricación

HM = Historia Máq./Equip.

3.6.2 Ficha Técnica: Es el registro donde se consignan las características técnicas y variables físicas de cada equipo. El formato de la ficha técnica se muestra a continuación:

Tabla 74: Ficha Técnica

DATOS DEL EQUIPO							
EQUIPO			MODELO			AÑO DE FABRICACIÓN	
CÓDIGO		SERIE			DIMENSIONES	Largo	Ancho
TRABAJO							
CRÍTICO		TURNO			ESPORÁDICO		INTERMITENTE
MOTORES ELÉCTRICOS							
N°	VELOCIDAD (rpm)	INTENSIDAD ELÉCTRICA (A)		FRECUENCIA (HZ)	POTENCIA (KW)		
OBSERVACIONES							

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”

3.6.3 Carta de Lubricación: describe las instrucciones sobre las actividades de lubricación que se deben realizar con determinada periodicidad sobre la máquina/equipo. En la siguiente tabla se muestra la carta de lubricación:

3.6.4 Control de Lubricación: Es un formato que permite llevar el registro de las actividades de lubricación realizadas a cada máquina/equipo.

Tabla 75: Carta de Lubricación

MÁQUINA		CÓDIGO		MODELO		SERIE	
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. aceite. AG=Aplicar grasa.				RF=Revisar flujo. CA=Cambio de aceite.		AA=Aplicar	
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento"

Tabla 76: Control de Lubricación

MÁQUINA		CÓDIGO		MODELO		SERIE	
FECHA DE CAMBIO	MECANISMO/PARTE	HORAS DE OPERACIÓN	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	TIPO DE LUBRICANTE	CANTIDAD	FECHA DE PRÓXIMO CAMBIO	REALIZÓ

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”

- 3.6.5 Historia de máquinas y equipos:** Es el documento en el cual se encuentran asignadas todas las actividades de mantenimiento efectuadas en el equipo (Ver tabla 77).
- 3.6.6 Costos de mantenimiento por equipo:** permite registrar todos los costos que genera el equipo en cada intervención de mantenimiento tanto por repuestos como por mano de obra (ver tabla 78).
- 3.6.7 Programa de Mantenimiento Preventivo por equipo:** detalla cada una de las actividades de mantenimiento preventivo (mecánico, eléctrico y lubricación) que se deben ejecutar sobre la máquina/equipo. (Ver tabla 79).
- 3.6.8 Mantenimiento Autónomo:** Describe las instrucciones de inspección y lubricación que debe realizar el operario al inicio y durante el funcionamiento de la máquina. Además, describe las normas de seguridad a tener en cuenta (Ver tabla 80).
- 3.6.9 Inspección de máquinas:** Es el documento en el cual se busca realizar la verificación del estado de las partes o elementos del equipo al cual se le debe supervisar (ver tabla 81).
- 3.6.10 Programa anual de mantenimiento preventivo:** Recopila las actividades de mantenimiento preventivo que se deben realizar durante el año a cada una de las máquinas (Ver anexo 1)
- 3.6.11 Orden de trabajo de mantenimiento:** Es el formato que se utiliza para lograr la ejecución del programa de mantenimiento. La orden de trabajo es un documento que se utiliza para solicitar, planear y controlar los trabajos de mantenimiento (Ver tabla 82).
- 3.6.12 Frecuencia de Mantenimiento:** Es el formato en el que se detallan los tiempos en los que deben realizarse el mantenimiento a cada parte o componente de las máquinas (Ver tabla 83).

Tabla 77: Historia de Máquinas

MÁQUINA		CÓDIGO		MODELO		SERIE	
ORDEN DE TRABAJO	FECHA DE INCIO	TIEMPO EMPLEADO	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	MANTENIMIENTO REALIZADO	MATERIAL UTILIZADO	REFERENCIA	EJECUCIÓN

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 78: Costo de Mantenimiento por Máquina

MÁQUINA		CÓDIGO		MODELO		SERIE	
ORDEN DE TRABAJO	FECHA	TIEMPO EMPLEADO	COSTOS				ACUMULADO (S/.)
			MANO DE OBRA (S/.)	MATERIALES Y REPUESTOS (S/.)	INDIRECTOS (S/.)	TOTAL (S/.)	

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 79: Programa de Mantenimiento preventivo por Máquina.

MÁQUINA	CÓDIGO	MODELO	SERIE
FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO	PARTE/ELEMENTO A REALIZAR MANTENIMIENTO	

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 80: Mantenimiento Autónomo

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO		FOTO DE LA MÁQUINA
MÁQUINA		
MODELO		
SERIE		
OPERARIO RESPONSABLE		
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO		
LUBRICACIÓN		
NORMAS DE SEGURIDAD		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 81: Inspección de Máquinas

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.		REPORTE DE INSPECCIÓN											
MÁQUINA		ÁREA : METAL MECÁNICA	PUESTO A TIERRA :										
FECHA Y HORA DE INSPECCIÓN		MODELO:			CÓDIGO:								
RESPONSABLE		CARGO/COMPAÑÍA:											
COMPONENTES/ CONDICIÓN Y ACTIVIDAD	EXISTE	NO EXISTE	NORMAL	REEMPLAZAR	REPARAR	CALIBRAR	ENGRASAR	NIVELAR	LIMPIAR	LUBRICAR	FABRICAR	ADQUIRIR	DESECHAR
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS													

Fuente: “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 82: Orden de Trabajo de Mantenimiento

SOLICITADA POR:			FECHA: HORA:		SOLICITUD DE TRABAJO N°	
MÁQUINA SOLICITADA:			CÓDIGO:		TIPO DE SOLICITUD () Normal () Urgente	
COMPONENTE		ANOMALÍA	CAUSA		POSIBLE SOLUCIÓN	
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR					TIPO DE ORDEN DE TRABAJO () Normal () Urgente	
N°	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR					
MATERIALES, REPUESTOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS REQUERIDOS						
N°	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		
DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS ENCONTRADOS				FECHA DE INICIO		
				Fecha:		Hora:
				FECHA DE CULMINACIÓN		
				Fecha:		Hora:
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE REALIZAR				COSTOS		
				Mano de Obra		
				Materiales		
				TOTAL		
OBSERVACIONES						
RECOMENDACIONES						
SOLICITADO POR				RECIBIDO Y APROBADO POR		
FECHA:				FECHA:		
HORA:				HORA:		
FIRMA:				FIRMA:		

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 83: Frecuencia de Mantenimiento

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.		FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO				CÓDIGO DE LA MÁQUINA:	
REVISIÓN PERIÓDICA							
MÁQUINA :	COLOR / PESO:			VOLTEO C/E :			
TIPO :	MODELO :			VOLETO S/E :			
LONGITUD:	SERIE :			ENTRE CENTROS:			
BANCADA :							
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL	
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL	
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL	
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL	
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS							

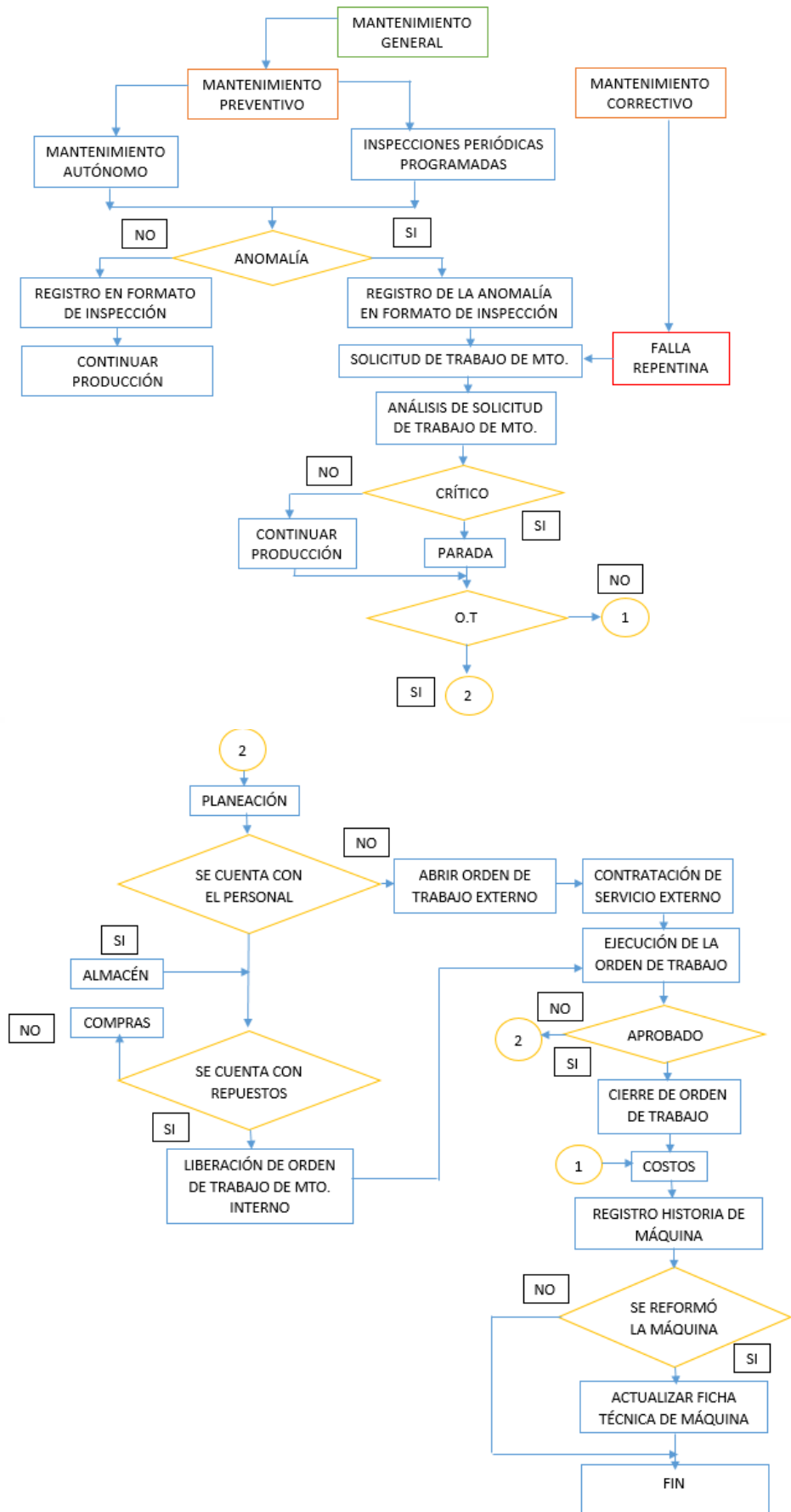
Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

3.7 PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollarán bajo un procedimiento. En el flujograma 1 de mantenimiento se describen los pasos necesarios que se deben seguir para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento.

1. El Jefe del Taller con ayuda del Jefe de Operaciones serán los encargados de programar, coordinar y verificar las tareas relacionadas con el mantenimiento interno de la maquinaria y equipos del área de producción.
2. Las actividades de mantenimiento preventivo son ejecutadas por el operario.
3. El mantenimiento autónomo lo ejecutará el operario al inicio y en el transcurso del trabajo diario.

Flujograma 1: Mantenimiento General



Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

4. El Jefe del taller programa las inspecciones periódicas mensuales, trimestrales, semestrales y anuales a cada máquina, empezando con el más crítico. Las inspecciones periódicas serán realizadas por el operario.
5. El operario debe cerciorarse de que la máquina no presente alguna anomalía antes y durante el funcionamiento.
6. El operario registra en el formato de inspección, el buen estado de la máquina.
7. El operario después de asegurarse del buen estado de la máquina, inicia o continúa con los planes de producción establecidos.
8. El operario registra en el formato de inspecciones las anomalías observadas.
9. El operario agiliza el formato de solicitud de trabajo de mantenimiento.
10. El Jefe de Operaciones evalúa cada una de las solicitudes de trabajo, realizando un diagnóstico preliminar a la anomalía reportada.
11. El Jefe de Operaciones evalúa la criticidad del daño.
12. Si la falla o anomalía en la máquina no es crítica, el Jefe de Operaciones da la orden de que la producción continúe.
13. Si la falla o anomalía en la máquina es crítica, el Jefe de Operaciones da la orden de que se cese con la producción en la máquina respectiva.
14. El Jefe de Operaciones genera las respectivas órdenes de trabajo de mantenimiento para corregir las fallas o anomalías en las máquinas.
15. El Jefe de Operaciones planea el personal, materiales, insumos, equipos y el tiempo que se requieren para la ejecución del mantenimiento,
16. El Jefe de Operaciones determina si se cuentan con los recursos humanos y técnicos para ejecutar el mantenimiento.
17. El Jefe del Taller verifica si se cuentan con los repuestos, herramientas e insumos requeridos para el mantenimiento.
18. El Jefe de Taller es el encargado de solicitar los repuestos, herramientas e insumos faltantes para ejecutar el mantenimiento.
19. El Jefe de Operaciones libera la orden de trabajo de mantenimiento interno para su ejecución.
20. El Jefe de Operaciones emite la orden de trabajo externa.
21. El Jefe de Operaciones es el encargado de la contratación de algún servicio externo.
22. El personal asignado por el Jefe de Operaciones es el encargado de ejecutar la orden de trabajo de mantenimiento, así como también de recibirla y aprobarla.
23. Una vez aprobada la orden de trabajo, el Jefe de Operaciones cierra la orden de mantenimiento.
24. El Jefe de Operaciones registra los costos causados por la ejecución del mantenimiento.
25. El Jefe de Operaciones registra la ficha de historia de máquinas y equipos los datos concernientes al mantenimiento ejecutado.
26. El Jefe del Taller debe tener en cuenta si se realizaron las modificaciones a la máquina o equipo.
27. Si se realizó alguna modificación en la máquina o equipo, el Jefe de Operaciones debe actualizar la ficha técnica respectiva.

28. El Jefe de Operaciones junto al Jefe del Taller toman las acciones necesarias para corregir en el menor tiempo posible cualquier falla repentina presentada en las máquinas.
29. El operario debe informar al Jefe del Taller cualquier anomalía que presente el equipo durante su funcionamiento.

3.8 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad ha ido implementado el 01 de Agosto de 2015, tal como se muestra en el Acta de Implementación (Ver anexo 11)

3.8.1 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas del taller que permita identificar a cada uno de ellos. El código correspondiente a cada máquina está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área de trabajo y la clase de la máquina o equipo, con su correspondiente consecutivo.

- **Código de área de producción:** El código de área de producción está conformado por tres letras.
- **Clase de máquina:** El código de la clase de máquina está conformado por la primera letra del nombre de la máquina y seguido por la primera consonante.
- **Número consecutivo:** Número consecutivo para una misma clase de las máquinas.

Tabla 84: Codificación de Máquinas

MÁQUINA	CÓDIGO
Torno Convencional Pinacho (Torno 1)	MEC-TP-01
Torno Convencional Nardini (Torno 2)	MEC-TP-02
Torno Convencional Massa (Torno 3)	MEC-TP-03
Torno Convencional Ronar Wroctaw (Torno 4)	MEC-TP-04
Torno Convencional Pernik (Torno 5)	MEC-TP-05
Taladro Fresador Brige Bord	MEC-TF-06
Taladro de Columna tipo R.30	MEC-TC-07
Cepillo de Codo	MEC-CC-01
Máquina de Soldar 1	SOL-MS-01
Máquina de Soldar marca Miller	SOL-MM-08

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

MEC = Corresponde al área Mecánica

SOL = Corresponde al área de Soldadura

3.8.2 INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

A continuación se presenta el inventario de máquinas del taller con sus respectivos códigos y demás datos que se detallaron en las tablas anteriores.

Tabla 85: Codificación de Máquinas y Equipos

N°	CÓDIGO	NOMBRE DE MÁQUINA O EQUIPO	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICACIÓN	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA						FICHAS DE MANTENIMIENTO				
						MF	MO	P	FT	C	LR	MA	MM	ME	CL	HM
1	MEC-TP-01	Torno Convencional Pinacho (Torno 1)	ZSTP	11 071 105	1 985	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
2	MEC-TP-02	Torno Convencional Nardini (Torno 2)	PINACHO	*	1 981	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
3	MEC-TP-03	Torno Convencional Massa (Torno 3)	MAZDHA	*	1981	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
4	MEC-TP-04	Torno Convencional Ronar (Torno 4)	MAZDHA	*	1 981	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
5	MEC-TP-05	Torno Convencional Pernik (Torno 5)	POLAMCO TUR-50	*	1 979	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
6	MEC-TF-06	Taladro Fresador	PERNIK	915 001	1 982	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
7	MEC-TC-01	Taladro de Columna tipo R.30	*	*	1 979	*	*	X	X	*	*	X	X	*	X	*
8	MEC-CC-01	Cepillo de Codo	*	*	1 980	*	*	X	X	*	*	*	*	*	*	*
9	SOL-MS-01	Máquina de Soldar 1	*	*	1 983	*	*	X	X	*	*	*	*	X	*	*
10	SOL-MM-02	Máquina de Soldar marca Miller	*	*	1 985	*	*	X	X	*	*	*	*	X	*	*

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

MF = Manual Fabricante

MO = Manual de Operación

P = Planos

FT = Ficha Técnica

C = Catálogos

LR = Lista de Repuestos

MA = Mantenimiento Autónomo

MM = Mantenimiento Mecánico

ME = Mantenimiento Eléctrico


CL = Carta de Lubricación

HM = Historia Máq./Equip.

3.8.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS


El programa de mantenimiento preventivo está basado en el mantenimiento autónomo, las actividades de lubricación por equipo y las inspecciones periódicas programadas. En el mantenimiento autónomo se establecerán las actividades de primer nivel que ejecutará el operario de cada equipo, como el de inspección visual, lubricación, detección de fallas y limpieza. A continuación se mostrará el mantenimiento autónomo de cada máquina.

Tabla 86: Mantenimiento Autónomo del Torno 1

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-TP-01	
MÁQUINA	Torno Convencional 1	
MODELO	ZSTP	
SERIE	11071105	
OPERARIO RESPONSABLE	T1-JLAV	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas. 2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 3. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas. 4. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas. 5. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos. 6. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada. 7. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
DIARIA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 3. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinales y transversales. 4. Lubricar el carro longitudinal y transversal. 5. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta. 6. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar. 		
SEMANAL		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar ruedas de camino y cojinete intermedio de la lira. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 		


Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 87: Mantenimiento Autónomo del Torno 2

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-TP-02	
MÁQUINA	Torno Convencional 2	
MODELO	PINACHO	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	T2-JLVY	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas. 2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 3. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas. 4. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas. 5. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos. 6. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada. 7. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
DIARIA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 3. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinales y transversales 4. Lubricar el carro longitudinal y transversal. 5. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta. 6. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar. 		
SEMANAL		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar ruedas de camino y cojinete intermedio de la lira. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconectar el principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 2. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina antes y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 3. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 		


Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 88: Mantenimiento Autónomo del Torno 3

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-TP-03	
MÁQUINA	Torno Convencional 3	
MODELO	MAZDHA	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	T3-MTO	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas. 2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 3. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas. 4. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas. 5. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos. 6. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada. 7. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
DIARIA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 3. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinales y transversales 4. Lubricar el carro longitudinal y transversal. 5. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta. 6. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar. 		
SEMANAL		
<ol style="list-style-type: none"> 2. Lubricar ruedas de camino y cojinete intermedio de la lira. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 		


Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 89: Mantenimiento Autónomo del Torno 4

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-TP-04	
MÁQUINA	Torno Convencional 4	
MODELO	POLAMCO TUR-50	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	T4-RSL	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas. 2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 3. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas. 4. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas. 5. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos. 6. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada. 7. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
DIARIA		
<ol style="list-style-type: none"> 7. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario. 8. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 9. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinales y transversales 10. Lubricar el carro longitudinal y transversal. 11. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta. 12. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar. 		
SEMANAL		
<ol style="list-style-type: none"> 3. Lubricar ruedas de camino y cojinete intermedio de la lira. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rote el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 90: Mantenimiento Autónomo del Torno 5

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-TP-05	
MÁQUINA	Torno Convencional 5	
MODELO	PERNIK	
SERIE	915001	
OPERARIO RESPONSABLE	T5-VVR	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas. 2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 3. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas. 4. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas. 5. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos. 6. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada. 7. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
DIARIA		
<ol style="list-style-type: none"> 13. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario. 14. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 15. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinales y transversales 16. Lubricar el carro longitudinal y transversal. 17. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta. 18. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar. 		
SEMANAL		
<ol style="list-style-type: none"> 4. Lubricar ruedas de camino y cojinete intermedio de la lira. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 91: Mantenimiento Autónomo del Taladro Fresador

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
CÓDIGO	MEC-TF-06
MÁQUINA	Taladro Fresador
MODELO	*
SERIE	*
OPERARIO RESPONSABLE	EL CORRESPONDIENTE
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido. 2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 3. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 4. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 	
LUBRICACIÓN	
<p>DIARIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo, caja de avances y depósito de la bomba de lubricación manual. Reponer en caso necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. 3. Lubricar las guías de las mesas y consola mediante el accionamiento de la bomba manual. Mínimo dos veces por turno. 	
NORMAS DE SEGURIDAD	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 	




Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 92: Mantenimiento Autónomo del Cepillo de Codo

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-CC-08	
MÁQUINA	Cepillo de Codo	
MODELO	*	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	EL CORRESPONDIENTE	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 2. Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de la pieza sobre la mesa. 3. Verificar posicionamiento de la herramienta de corte. 4. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 5. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
<p>DIARIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite. Reponer en caso sea necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite. 3. Lubricar las superficies guías accionando la bomba manual de aceite. <p>SEMANAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar superficies guías horizontales. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 93: Mantenimiento Autónomo de la Sierra de Cinta Eléctrica

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	MEC-SE-09	
MÁQUINA	Sierra de Cinta Eléctrica	
MODELO	*	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	EL CORRESPONDIENTE	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 2. Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de la pieza sobre la mesa. 3. Verificar posicionamiento de la herramienta de corte. 4. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 5. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LUBRICACIÓN		
<p>DIARIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel de aceite. Reponer en caso sea necesario. 2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite. 3. Lubricar las superficies guías accionando la bomba manual de aceite. <p>SEMANAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar superficies guías horizontales. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la empresa. 2. Antes de activar la sierra, asegúrese de que no se encuentre en contacto con nada. 3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR. 		


Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 94: Mantenimiento Autónomo de la Máquina de Soldar 1

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	SOL-MS-01	
MÁQUINA	Máquina de Soldar 1	
MODELO	*	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	EL CORRESPONDIENTE	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 2. Verificar la línea de fusibles. 3. Verificar conexiones de energía. 4. Checar el control remoto, el modo del switch, alimentador de soldadura, el motor de ventilador y checar los tanques de gas. 5. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 6. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LIMPIEZA		
<p>CADA 3 MESES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lavar las etiquetas de la máquina de modo que éstas sean legibles. 2. Lavar y limpiar perfectamente los terminales de soldadura; tales como, pinzas, conexiones, etc. <p>CADA 6 MESES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar dentro de la máquina eliminando residuos, polvo, etc. 2. Limpiar los rodillos de alimentación. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. No tocar partes eléctricas vivas (energizadas). 2. Usar ropa seca, guantes en buenas condiciones y equipo de seguridad adecuado. 3. Apagar el equipo cuando no esté en uso. 4. Nunca utilizar cables rotos o mal empalmados de un tamaño no recomendado. 5. No tocar el electrodo mientras este en contacto con la pieza de tierra. 6. Mantener las cubiertas de la máquina en su lugar y atornilladas adecuadamente. 7. Usar lentes de seguridad- 		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 95: Mantenimiento Autónomo de la Máquina de Soldar marca Miller

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
CÓDIGO	SOL-MM-02	
MÁQUINA	Máquina de Soldar marca Miller	
MODELO	*	
SERIE	*	
OPERARIO RESPONSABLE	EL CORRESPONDIENTE	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 7. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. 8. Verificar la línea de fusibles. 9. Verificar conexiones de energía. 10. Checar el control remoto, el modo del switch, alimentador de soldadura, el motor de ventilador y checar los tanques de gas. 11. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo. 12. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados. 		
LIMPIEZA		
<p>CADA 3 MESES</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Lavar las etiquetas de la máquina de modo que éstas sean legibles. 4. Lavar y limpiar perfectamente los terminales de soldadura; tales como, pinzas, conexiones, etc. <p>CADA 6 MESES</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Limpiar dentro de la máquina eliminando residuos, polvo, etc. 4. Limpiar los rodillos de alimentación. 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 8. No tocar partes eléctricas vivas (energizadas). 9. Usar ropa seca, guantes en buenas condiciones y equipo de seguridad adecuado. 10. Apagar el equipo cuando no esté en uso. 11. Nunca utilizar cables rotos o mal empalmados de un tamaño no recomendado. 12. No tocar el electrodo mientras este en contacto con la pieza de tierra. 13. Mantener las cubiertas de la máquina en su lugar y atornilladas adecuadamente. 14. Usar lentes de seguridad- 		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 96: Carta de Lubricación del Torno 1

MÁQUINA	Torno Convencional 1	CÓDIGO	MEC-TP-01	MODELO	ZSTP	SERIE	11071105
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. RF=Revisar flujo. AA=Aplicar aceite. AG=Aplicar grasa. CA=Cambio de aceite.							
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	0,5 min.	Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite.	
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	0,5 min.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
	Guías de la bancada	Bomba de pistón.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Pínula, tornillo y cojinetes de la contrapunta.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
SEMANAL	Barra de conexión del husillo.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Ruedas de cambio (Lira)	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
TRIMESTRAL	Cojinete de intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Cabezal del husillo.	Salpique y bomba de engranaje.	CA	15 min.	Turbinol 68	0,5 gal.	
	Caja de avances.	Salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68	1 gal.	
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de pistón.	CA	15 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Filtros de aceite.		Limpieza.	20 min.	Turbinol 68		

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 97: Carta de Lubricación del Torno 2

MÁQUINA	Torno Convencional 2	CÓDIGO	MEC-TP-02	MODELO	PINACHO	SERIE	*
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. AG=Aplicar grasa.		RF=Revisar flujo. CA=Cambio de aceite.			AA=Aplicar aceite.		
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	0,5 min.	Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite.	
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	0,5 min.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
	Guías de la bancada	Bomba de pistón.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Pínula, tornillo y cojinetes de la contrapunta.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
SEMANAL	Barra de conexión del husillo.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Ruedas de cambio (Lira)	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
TRIMESTRAL	Cojinete de intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Cabezal del husillo.	Salpique y bomba de engranaje.	CA	15 min.	Turbinol 68	0,5 gal.	
	Caja de avances.	Salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68	1 gal.	
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de pistón.	CA	15 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Filtros de aceite.		Limpieza.	20 min.	Turbinol 68		

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 98: Carta de Lubricación del Torno 3

MÁQUINA	Torno Convencional 3	CÓDIGO	MEC-TP-03	MODELO	MAZDHA	SERIE	*
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. AG=Aplicar grasa.		RF=Revisar flujo. CA=Cambio de aceite.			AA=Aplicar aceite.		
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	0,5 min.	Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite.	
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	0,5 min.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
	Guías de la bancada	Bomba de pistón.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Pínula, tornillo y cojinetes de la contrapunta.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
SEMANAL	Barra de conexión del husillo.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Ruedas de cambio (Lira)	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
TRIMESTRAL	Cojinete de intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Cabezal del husillo.	Salpique y bomba de engranaje.	CA	15 min.	Turbinol 68	0,5 gal.	
	Caja de avances.	Salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68	1 gal.	
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de pistón.	CA	15 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Filtros de aceite.		Limpieza.	20 min.	Turbinol 68		

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 99: Carta de Lubricación del Torno 4

MÁQUINA	Torno Convencional 4	CÓDIGO	MEC-TP-04	MODELO	POLAMCO TUR-50	SERIE	*
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. AG=Aplicar grasa.		RF=Revisar flujo. CA=Cambio de aceite.			AA=Aplicar aceite.		
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	0,5 min.	Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite.	
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	0,5 min.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
	Guías de la bancada	Bomba de pistón.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Pínula, tornillo y cojinetes de la contrapunta.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
SEMANAL	Barra de conexión del husillo.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Ruedas de cambio (Lira)	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
TRIMESTRAL	Cojinete de intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Cabezal del husillo.	Salpique y bomba de engranaje.	CA	15 min.	Turbinol 68	0,5 gal.	
	Caja de avances.	Salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68	1 gal.	
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de pistón.	CA	15 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Filtros de aceite.		Limpieza.	20 min.	Turbinol 68		

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

Tabla 100: Carta de Lubricación del Torno 5

MÁQUINA	Torno Convencional 5	CÓDIGO	MEC-TP-05	MODELO	PERNIK	SERIE	915001
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. AG=Aplicar grasa.		RF=Revisar flujo. CA=Cambio de aceite.			AA=Aplicar aceite.		
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	0,5 min.	Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite.	
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	0,5 min.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
	Guías de la bancada	Bomba de pistón.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Pínula, tornillo y cojinetes de la contrapunta.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
SEMANAL	Barra de conexión del husillo.	Aceitera de mano.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Ruedas de cambio (Lira)	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
TRIMESTRAL	Cojinete de intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Cabezal del husillo.	Salpique y bomba de engranaje.	CA	15 min.	Turbinol 68	0,5 gal.	
	Caja de avances.	Salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68	1 gal.	
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de pistón.	CA	15 min.	Turbinol 68	6 gal.	
	Filtros de aceite.		Limpieza.	20 min.	Turbinol 68		

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 101: Carta de Lubricación de la Sierra de Cinta Eléctrica

MÁQUINA	Sierra de Cinta Eléctrica	CÓDIGO	MEC-SE-08	MODELO	*	SERIE	*
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. AG=Aplicar grasa. RF=Revisar flujo. CA=Cambio de aceite. AA=Aplicar aceite.							
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	Cinta de Sierra	Bomba de aceite accionada manualmente	RF	10 seg.	Turbinol 68.	Flujo pulsante.	
	Superficies de guías.	Bomba de aceite accionada manualmente	AA	0,5 min.	Turbinol 68.	Al comenzar el trabajo.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Rodajes de poleas.	Bomba de engranajes.	CA	20 min.	Turbinol 68.	11 litros.	
		Salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68.	2 litros.	
		Grasera de mano.	AG	45 min.	Turbinol 68.	Necesaria	
CADA 1 000 HORAS DE OPERACIÓN	Motor Eléctrico	Grasera de mano.	AG	45 min.	Turbinol 68.	Necesaria.	

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 102: Carta de Lubricación del Taladro Fresador

MÁQUINA	Taladro Fresador	CÓDIGO	MEC-TF-06	MODELO	*	SERIE	*
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. RF=Revisar flujo. AA=Aplicar aceite. AG=Aplicar grasa. CA=Cambio de aceite.							
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	CABEZAL DE HUSILLO						
	Indicador de nivel de aceite.		RN		Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periodo.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
	Indicador de nivel de aceite del depósito de lubricación para las guías de las mesas y consola.		RN		Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite	
	Guías de las mesas y consola.	Bomba de aceite accionada manualmente.	AA	0,5 min.	Turbinol 68	Al comenzar el trabajo y durante su transcurso.	
	Indicador de nivel de aceite del depósito de la caja de avances de las mesas.	Bomba de pistón accionada mecánicamente.	RN	0,5 min.	Turbinol 68	Nivel medio del indicador de aceite.	
SEMANAL	Tornillo mesa longitudinal.	Grasera de mano.	AG	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Tornillo mesa transversal.	Grasera de mano.	AG	0,5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
MENSUAL	Caja transmisora del cardán (mesa longitudinal).	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Cabezal del husillo.	Bomba de aceite y salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68		
	Depósito de la caja de avances de las mesas.	Bomba de aceite.	CA	15 min.	Turbinol 68		
	Cojinetes del motor eléctrico	Grasera de mano.	AG	1 min.	Turbinol 68	Necesaria.	

Fuente: SENATI “Manual de Mantenimiento”.

Tabla 103: Carta de Lubricación del Cepillo de Codo

MÁQUINA	Cepillo de Codo	CÓDIGO	MEC-CC-07	MODELO	*	SERIE	*
CLASE DE ACTIVIDAD: RN=Revisar a nivel y completar. RF=Revisar flujo. AA=Aplicar aceite. AG=Aplicar grasa. CA=Cambio de aceite.							
FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO/PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE		
					TIPO	CANTIDAD	
DIARIO	PORTAHERRAMIENTAS						
	Superficies deslizantes.	Por bomba de aceite.	RN		Turbinol 68	Necesaria.	
	Tornillo de avance.	Por bomba de aceite.	RF	Periodo.	Turbinol 68	Flujo pulsante	
MENSUAL	Riel transversal.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Cojinete.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
	Soporte de la mesa.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Turbinol 68	Necesaria.	
CADA 300 HORAS DE OPERACIÓN	Dispositivo de avance automático	Bomba de aceite y salpique.	CA	15 min.	Turbinol 68	Necesaria.	

Fuente: SENATI "Manual de Mantenimiento".

*En caso de que el nivel de aceite este bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

**En caso de que no haya flujo de aceite, revisar la bomba de lubricación. No operar la máquina hasta que se haya corregido el problema.

Las frecuencias de inspecciones se clasifican en diario, semana, quincenal, mensual, semestral y anual. Las inspecciones de tipo mecánico pueden ser realizadas por el operario mismo. Las inspecciones de tipo eléctrico deben ser ejecutadas sólo por el personal calificado.

Tabla 104: Frecuencia de Inspección del Torno 1

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-01	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Torno Convencional 1	COLOR / PESO: Blanco		VOLTEO C/E : 19,685'' / 500 mm			
TIPO : Convencional	MODELO : ZSTP1500		VOLETO S/E : 27,559'' / 700 mm			
LONGITUD: 2,98 m	SERIE : 110711058		ENTRE CENTROS: 59,055'' / 1500 mm			
BANCADA : 2 m						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bancada Longitudinal	x					
Bancada Transversal	x					
Carro Auxiliar	x					
Copiador	x					
Cabezal Móvil	x					
Apoyos de Tornillo Patrón	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida		x				
Apoyos de Barras		x				
Tren de Engranajes		x				
Engranajes		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Cabezal Fijo						x
Cabezal Móvil					x	
Poleas de Motores Principales					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida Longitudinal						x
Nuez Transversal						x
Chavetas Longitudinales						x
Chavetas Transversales				x		
Chavetas de Carro Auxiliar				x		
Chavetas de Copiador			x			
Fajas de Motor Principal					x	
Fajas de Motor de Aceite					x	
Freno Principal					x	
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Temperatura Motor Principal				x		
Vibraciones de Motor Principal				x		
Nivel de Aceite	x					
Contactores Principales						x
Contactores Auxiliares						x
Viscosidad de Aceite					x	
Cableado Sobre Expuesto			x			
Puesto a Tierra						x
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 105: Frecuencia de Inspección del Torno 2

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-02	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Torno Convencional 2	COLOR / PESO: Celeste			VOLTEO C/E : 16'' / 406,4 mm		
TIPO : Convencional	MODELO : Pinacho A 74			VOLETO S/E : 22'' / 558,8 mm		
LONGITUD: 2,70 m	SERIE : -----			ENTRE CENTROS: 50'' / 1 270 mm		
BANCADA : 2,15 m						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bancada Longitudinal	x					
Bancada Transversal	x					
Carro Auxiliar	x					
Copiador	x					
Cabezal Móvil	x					
Apoyos de Tornillo Patrón	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida		x				
Apoyos de Barras		x				
Tren de Engranajes		x				
Engranajes		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Cabezal Fijo						x
Cabezal Móvil					x	
Poleas de Motores Principales					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida Longitudinal						x
Nuez Transversal						x
Chavetas Longitudinales						x
Chavetas Transversales				x		
Chavetas de Carro Auxiliar				x		
Chavetas de Copiador			x			
Fajas de Motor Principal					x	
Fajas de Motor de Aceite					x	
Freno Principal					x	
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Temperatura Motor Principal				x		
Vibraciones de Motor Principal				x		
Nivel de Aceite	x					
Contactores Principales						x
Contactores Auxiliares						x
Viscosidad de Aceite					x	
Cableado Sobre Expuesto			x			
Puesto a Tierra						x
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 106: Frecuencia de Inspección del Torno 3

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-03	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Torno Convencional 3	COLOR / PESO: Celeste			VOLTEO C/E : 12'' / 304,8 mm		
TIPO : Convencional	MODELO : Mazha			VOLETO S/E : 17'' / 431,8 mm		
LONGITUD: 4,70 m	SERIE :			ENTRE CENTROS: 117'' / 2 971,8 mm		
BANCADA : 3,63 m						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bancada Longitudinal	x					
Bancada Transversal	x					
Carro Auxiliar	x					
Copiador	x					
Cabezal Móvil	x					
Apoyos de Tornillo Patrón	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida		x				
Apoyos de Barras		x				
Tren de Engranajes		x				
Engranajes		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Cabezal Fijo						x
Cabezal Móvil					x	
Poleas de Motores Principales					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida Longitudinal						x
Nuez Transversal						x
Chavetas Longitudinales						x
Chavetas Transversales				x		
Chavetas de Carro Auxiliar				x		
Chavetas de Copiador			x			
Fajas de Motor Principal					x	
Fajas de Motor de Aceite					x	
Freno Principal					x	
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Temperatura Motor Principal				x		
Vibraciones de Motor Principal				x		
Nivel de Aceite	x					
Contactores Principales						x
Contactores Auxiliares						x
Viscosidad de Aceite					x	
Cableado Sobre Expuesto			x			
Puesto a Tierra						x
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 107: Frecuencia de Inspección del Torno 4

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.		FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-04	
REVISIÓN PERIÓDICA							
MÁQUINA : Torno Convencional 4		COLOR / PESO: Celeste			VOLTEO C/E : 11'' / 279,4 mm		
TIPO : Convencional		MODELO : Polamco TUR - 50			VOLETO S/E : -----		
LONGITUD: 3,12 m		SERIE : -----			ENTRE CENTROS: 66,929'' / 1 700 mm		
BANCADA : 2,30 m							
PARTES A LUBRICAR		DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bancada Longitudinal		x					
Bancada Transversal		x					
Carro Auxiliar		x					
Copiador		x					
Cabezal Móvil		x					
Apoyos de Tornillo Patrón		x					
PARTES A ENGRASAR		DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida			x				
Apoyos de Barras			x				
Tren de Engranajes			x				
Engranajes			x				
PARTES A ALINEAR		DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Cabezal Fijo							x
Cabezal Móvil						x	
Poleas de Motores Principales						x	
PARTES A AJUSTAR		DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida Longitudinal							x
Nuez Transversal							x
Chavetas Longitudinales							x
Chavetas Transversales					x		
Chavetas de Carro Auxiliar					x		
Chavetas de Copiador				x			
Fajas de Motor Principal						x	
Fajas de Motor de Aceite						x	
Freno Principal						x	
PARTES A VERIFICAR		DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Temperatura Motor Principal					x		
Vibraciones de Motor Principal					x		
Nivel de Aceite		x					
Contactores Principales							x
Contactores Auxiliares							x
Viscosidad de Aceite						x	
Cableado Sobre Expuesto				x			
Puesto a Tierra							x
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS							

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 108: Frecuencia de Inspección del Torno 5

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-05	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Torno Convencional 5	COLOR / PESO: Verde			VOLTEO C/E : 31'' / 787,4 mm		
TIPO : Convencional	MODELO : Pernik			VOLETO S/E : 37'' / 939,8 mm		
LONGITUD: 4,547 m	SERIE : 915001			ENTRE CENTROS: 132'' / 3 352,8 mm		
BANCADA : 3,429 m						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bancada Longitudinal	x					
Bancada Transversal	x					
Carro Auxiliar	x					
Copiador	x					
Cabezal Móvil	x					
Apoyos de Tornillo Patrón	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida		x				
Apoyos de Barras		x				
Tren de Engranajes		x				
Engranajes		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Cabezal Fijo						x
Cabezal Móvil					x	
Poleas de Motores Principales					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Nuez Partida Longitudinal						x
Nuez Transversal						x
Chavetas Longitudinales						x
Chavetas Transversales				x		
Chavetas de Carro Auxiliar				x		
Chavetas de Copiador			x			
Fajas de Motor Principal					x	
Fajas de Motor de Aceite					x	
Freno Principal					x	
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Temperatura Motor Principal				x		
Vibraciones de Motor Principal				x		
Nivel de Aceite	x					
Contactores Principales						x
Contactores Auxiliares						x
Viscosidad de Aceite					x	
Cableado Sobre Expuesto			x			
Puesto a Tierra						x
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 109: Frecuencia de Inspección del Taladro Fresador

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TF-06	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Taladro Fresador	COLOR / PESO: Verde			VOLTEO C/E : *		
TIPO : Convencional	MODELO : Brige Bord			VOLETO S/E : *		
LONGITUD: *	SERIE : *			ENTRE CENTROS: *		
BANCADA : *						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Manivela de Alimentación	x					
Tornillo de Hoja	x					
Manivela	x					
Manivela de Maniobra	x					
Cabezal Móvil	x					
Manivela de Sujeción	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Pieza Deflectora		x				
Bastidor		x				
Base		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Pantalla Acústica						x
Collar limitador de Profundidad					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Aceitera						x
Cubierta de Bastidor						x
Depósito de Aceite						x
Indicador de Nivel de Aceite				x		
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Motor				x		
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 110: Frecuencia de Inspección del Cepillo de Codo

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-CC-07	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Cepillo de Codo	COLOR / PESO: Azul			VOLTEO C/E : *		
TIPO : Convencional	MODELO : Fair			VOLETO S/E : *		
LONGITUD: *	SERIE : *			ENTRE CENTROS: *		
BANCADA : *						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bastidor o Bancada	x					
Manivela de mando con Tornillo	x					
Tuerca de Manivela	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Cabezal Móvil o Carnero		x				
Tornillo del Desplazamiento Transversal		x				
Tornillo del Desplazamiento Vertical		x				
Piñón		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Tambor Graduado						x
Espárragos					x	
Corona					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Guías Horizontales						x
Trinquete						x
Guías Verticales						x
Biela				x		
Manetón				x		
Palanca de Sujeción			x			
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Prensa				x		
Ranuras en T				x		
Soporte o Luneta de la Mesa	x					
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 111: Frecuencia de Inspección de la Máquina de Soldar 1

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-05	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Máquina de Soldar 1	COLOR / PESO: Azul			VOLTEO C/E : *		
TIPO : *	MODELO : *			VOLETO S/E : *		
LONGITUD: *	SERIE : *			ENTRE CENTROS: *		
BANCADA : *						
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Shunt Armado						x
Block Anti Vibrador					x	
Horqueta Moldeada Positiva					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bobina Primaria						x
Bobina Secundaria						x
Cabeza del Núcleo						x
Aislante				x		
Tornillo Hexagonal				x		
Tuerca Hexagonal			x			
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Rondana Resorte				x		
Collarín del shunt				x		
Opresor Allen	x					
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 112: Frecuencia de Inspección de la Máquina de Soldar marca Miller

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-05	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Máquina de Soldar marca Miller	COLOR / PESO: Azul			VOLTEO C/E : *		
TIPO : *	MODELO : *			VOLETO S/E : *		
LONGITUD: *	SERIE : *			ENTRE CENTROS: *		
BANCADA : *						
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Shunt Armado						x
Block Anti Vibrador					x	
Horqueta Moldeada Positiva					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bobina Primaria						x
Bobina Secundaria						x
Cabeza del Núcleo						x
Aislante				x		
Tornillo Hexagonal				x		
Tuerca Hexagonal			x			
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Rondana Resorte				x		
Collarín del shunt				x		
Opresor Allen	x					
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 113: Frecuencia de Inspección de la Sierra de Cinta Eléctrica

CONSTRUCCIONES REYES S.R.L.	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				CÓDIGO: MEC-TP-05	
REVISIÓN PERIÓDICA						
MÁQUINA : Torno Convencional 5	COLOR / PESO: Verde			VOLTEO C/E : 31'' / 787,4 mm		
TIPO : Convencional	MODELO : Pernik			VOLETO S/E : 37'' / 939,8 mm		
LONGITUD: 4,547 m	SERIE : 915001			ENTRE CENTROS: 132'' / 3 352,8 mm		
BANCADA : 3,429 m						
PARTES A LUBRICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Parte Ascendente de la Hoja	x					
Parte Descendente de la Hoja	x					
PARTES A ENGRASAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Guía de la Cinta Superior		x				
Guía de la Cinta Inferior		x				
PARTES A ALINEAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Volante Superior						x
Volante Inferior					x	
PARTES A AJUSTAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Bastidor de la Máquina						x
Guía de la Cinta						x
Mesa de Trabajo						x
Tapa de Mesa				x		
PARTES A VERIFICAR	DIARIO	SEMAN.	QUINC.	MENS.	SEMEST.	ANUAL
Tapa del Volante de Arrastre				x		
Dispositivo de Protección				x		
Regla de Corte	x					
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS						

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

3.9 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

Los resultados de la implementación serán explicados en las siguientes tablas, pero es necesario recalcar los intereses de la empresa y, uno de ellos es incrementar al 30% su producción y sus ingresos (porcentaje proporcionado por la gerente general, como una de sus metas a alcanzar) quedando de la siguiente manera:

Tabla 114: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

AÑO	MES	PRODUCCIÓN ESPERADA (Unidades)
2015	Agosto	403
	Septiembre	672
	Octubre	1 227
	Noviembre	982
	Diciembre	153
2016	Enero	138
	Febrero	209
	Marzo	220
	Abril	183
	Mayo	298
	Junio	189
	Julio	174
	Agosto	459
TOTAL		5 307

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La empresa esperaba otorgar en su totalidad 5 307 productos entre todas las operaciones que se realiza dentro del taller.

**Tabla 115: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016 –
Fabricación**

AÑO	MES	PRODUCCIÓN ESPERADA (Unidades)
2015	Agosto	306
	Septiembre	634
	Octubre	1 069
	Noviembre	831
	Diciembre	88
2016	Enero	34
	Febrero	130
	Marzo	134
	Abril	55
	Mayo	243
	Junio	101
	Julio	61
	Agosto	267
TOTAL		3 953

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Se esperaba tener una producción total de 3 953 productos fabricados, con una mayor producción en el mes de Octubre de 2015.

**Tabla 116: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016 –
Reparación**

AÑO	MES	PRODUCCIÓN ESPERADA (Unidades)
2015	Agosto	29
	Septiembre	21
	Octubre	96
	Noviembre	73
	Diciembre	55
2016	Enero	17
	Febrero	35
	Marzo	29
	Abril	46
	Mayo	36
	Junio	39
	Julio	18
	Agosto	103
TOTAL		597

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La empresa esperaba ofrecer 597 productos reparados, cubriendo los mayores requerimientos estimados en el de Agosto de 2016.

Tabla 117: Producción Esperada desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016 – Otros Servicios

AÑO	MES	PRODUCCIÓN ESPERADA (Unidades)
2015	Agosto	69
	Septiembre	17
	Octubre	62
	Noviembre	78
	Diciembre	10
2016	Enero	87
	Febrero	44
	Marzo	57
	Abril	83
	Mayo	18
	Junio	48
	Julio	95
	Agosto	90
TOTAL		758

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Construcciones Reyes S.R.L esperaba ofrecer 758 productos de otros servicios, aspirando a cumplir con los requerimientos estimados en el mes de julio de 2016 que han sido mayores a diferencia de los otros meses.

Tabla 118: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2015	Agosto	277 740,97
	Septiembre	177 632,91
	Octubre	581 793,8
	Noviembre	137 651,41
	Diciembre	496 995,85
2016	Enero	473 034,84
	Febrero	102 863,67
	Marzo	77 465,15
	Abril	1 113 692,84
	Mayo	79 010,96
	Junio	170 610,1
	Julio	101 512,67
	Agosto	285 396,45
TOTAL		4 075 401,62

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

A través de la tabla 118 se puede apreciar que en conclusión se espera tener estas cifras como ingresos, teniendo en cuenta que en el mes de abril de 2016 el ingreso

debe ser mayor a diferencia de los otros meses, puesto que, la preocupación primordial pasado el mes fue el de mantener a las máquinas operativas.

Las cantidades monetarias que se mostrarán a continuación en las tres siguientes tablas son las unidades en soles que la empresa ha esperado conseguir. Para el cálculo de estas cifras se recogieron los precios de los productos que se dejaron de operar a tiempo por no haber tenido alguna máquina a disposición o por haber dejado el trabajo para atender fallas y/o averías que se suscitaron en el momento o aquellas que han sido postergadas un tiempo determinado.

**Tabla 119: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016
– Fabricación**

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2015	Agosto	40 657,24
	Septiembre	57 761,21
	Octubre	131 510,07
	Noviembre	29 308,5
	Diciembre	105 336,79
2016	Enero	100 984,85
	Febrero	15 419,69
	Marzo	21 089,74
	Abril	979 494,1
	Mayo	36 846,98
	Junio	117 392,61
	Julio	38 898,39
	Agosto	29 146,04
TOTAL		1 703 846,21

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

**Tabla 120: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016
– Reparación**

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2015	Agosto	85 189,39
	Septiembre	46 637,5
	Octubre	255 482,89
	Noviembre	57 803,85
	Diciembre	336 312,34
2016	Enero	326 729
	Febrero	7 904,39
	Marzo	6 843,72
	Abril	36 598,57
	Mayo	26 288,73
	Junio	35 750,66
	Julio	24 911,3
	Agosto	181 715,69
TOTAL		1 428 168,03

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

**Tabla 121: Ingresos Esperados Totales del mes de Agosto de 2015 a Agosto de 2016
– Otros Servicios**

AÑO	MES	INGRESOS REALES (S/.)
2015	Agosto	151 894,34
	Septiembre	73 234,2
	Octubre	194 800,84
	Noviembre	50 346,72
	Diciembre	55 346,72
2016	Enero	45 320,99
	Febrero	79 539,59
	Marzo	49 531,69
	Abril	97 800,17
	Mayo	15 875,25
	Junio	17 466,84
	Julio	37 702,98
	Agosto	74 534,72
TOTAL		943 395,05

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

3.9.1 Seguimiento y Control

Las actividades de seguimiento y control que se realizaron en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. tuvieron la finalidad de verificar en forma semestral el porcentaje de ejecución del plan de mantenimiento preventivo implementado, obteniendo los siguientes resultados, resaltando las siguientes aclaraciones:

- **Semestre 1:** Desde el mes de Agosto de 2015 a Febrero de 2016
- **Semestre 2:** Desde el mes de Marzo de 2016 a Agosto de 2016.

Tabla 122: Porcentajes del Cumplimiento del Cronograma de Mantenimiento Preventivo de Agosto de 2015 a Febrero de 2016

Máquina	Semestre 1	Semestre 2
Cepillo de Codo	0 %	100 %
Torno 1	50 %	100 %
Torno 2	50 %	100 %
Torno 3	100 %	100 %
Torno 4	100 %	100 %
Torno 5	100 %	60 %
Taladro Fresador	0 %	100 %
Sierra Eléctrica	100%	100 %
Máquina de Soldar 1	100 %	0 %
Máquina de Soldar 2	100 %	100 %
TOTAL	66,67 %	80%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Con la tabla 122 puede apreciarse que el cumplimiento del Cronograma de Mantenimiento Preventivo durante el primer semestre se ha cumplido al 66,67% y en el segundo semestre se cumplió al 80%, puede notarse que el porcentaje de cumplimiento se incrementó en un 13,33%, esto se debe a que el personal y en especial el Jefe de Taller y el Jefe de Operaciones tomaron mayor responsabilidad en este plan, puesto que, notaron que es importante mantener la confiabilidad y la disponibilidad de las máquinas para que sigan produciendo.

3.9.2 Resultados Totales de la Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las Maquinarias

Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad se obtuvieron los siguientes resultados totales:

- Reducción de Frecuencias de Fallas
- Reducción de Costos de Parada de Máquina
- Reducción de Costos de Fallas Mecánicas
- Incremento de Producción.
- Incremento de Ingresos.
- Incremento de Productividad.
- Incremento y reducción en los Indicadores de Mantenimiento.
- Reducción de Minutos de Paradas.

Tabla 123: Nuevos minutos de Parada por Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

MÁQUINAS	MINUTOS DE PARADAS (min)
Torno 1	920
Torno 2	857
Torno 3	3 429
Torno 4	1 157
Torno 5	984
Cepillo de Codo	2 021
Máquina de Soldar 1	974
Máquina de Soldar marca Miller	803
Sierra Eléctrica	693
Taladro Fresador	946

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Mediante la tabla 123 se observan los nuevos datos de minutos de paradas de las máquinas, es notoria la reducción, sin embargo, el torno 3 sigue teniendo mayor cantidad de minutos de paro debido a que su falla mayor no se ha reducido de manera significativa.

Tabla 124: Porcentaje de reducción de los minutos de paradas por máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Minutos de Parada Anterior	Minutos de Paradas con Mejora	Reducción
Torno 1	7 740	920	88,11%
Torno 2	17 760	857	95,17%
Torno 3	74 524	3 429	95,40%
Torno 4	13 080	1 157	91,15%
Torno 5	16 920	984	94,18%
Cepillo de Codo	95 330	2 021	97,88%
Máquina de Soldar 1	134 880	974	99,22%
Máquina de Soldar marca Miller	130 800	803	99,39%
Sierra Eléctrica	24 360	693	97,16%
Taladro Fresador	7 800	946	88,87%
TOTAL	537 534	14 442	97,31%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 124 se detalla que en su totalidad las máquinas han reducido un 97,31% con el cumplimiento de plan de mantenimiento preventivo y que los torno 2 y 3 han reducido en mayor cantidad de porcentaje sus tiempos de paradas a comparación de los demás tornos.

Tabla 125: Nuevas Frecuencias de Fallas por Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Frecuencia de Fallas y Averías
Cepillo de Codo	3
Torno 1	5
Torno 2	8
Torno 3	6
Torno 4	4
Torno 5	3
Taladro Fresador	3
Sierra de Cinta Eléctrica	5
Máquina de Soldar Marca Miller	1
Máquina de Soldar 1	1

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 126: Porcentaje de Reducción de Frecuencia de fallas y averías por máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Frecuencia de Fallas y Averías Anterior	Frecuencia de Fallas y Averías Después	Reducción
Cepillo de Codo	57	3	94,74%
Torno 1	27	5	81,48%
Torno 2	16	8	50%
Torno 3	22	6	72,72%
Torno 4	33	4	87,88%
Torno 5	10	3	70%
Taladro Fresador	8	3	62,5 %
Sierra de Cinta Eléctrica	31	5	83,87%
Máquina de Soldar Marca Miller	2	1	50 %
Máquina de Soldar 1	2	1	50 %
TOTAL	210	39	81,43%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En esta tabla 126 se muestra que en su totalidad las máquinas lograron reducir su frecuencia de fallas en un 81,43%, el porcentaje de reducción de fallas puede llegar a ser muy significativa como lo es para el caso del torno 4 que podría reducir hasta un 87,88% ,debido a que es una máquina nueva; siguiéndole el torno 1, que podría reducir hasta un 81,48%.

Tabla 127: Nuevos Costos de Fallas Mecánicas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Costos de Fallas Mecánicas (S/.)
Torno 1	3 567
Torno 2	898
Torno 3	1 167
Torno 4	4 845
Torno 5	239
Cepillo de Codo	1 957
Máquina de Soldar 1	2 584
Máquina de Soldar marca Miller	982
Sierra Eléctrica	150
Taladro Fresador	849
TOTAL	17 516

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 128: Porcentaje de Reducción de los Costos de Fallas Mecánicas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Costos de Fallas Mecánicas Anterior (S/.)	Costos de Fallas Mecánicas con la Mejora (S/.)	Reducción
Torno 1	7 712,5	3 567	53,75%
Torno 2	6 375	898	85,91%
Torno 3	15 650	1 167	92,54%
Torno 4	13 428	4 845	63,92%
Torno 5	4 775	239	94,99%
Cepillo de Codo	5 165	1 957	62,11%
Máquina de Soldar 1	2 875	2 584	10,12%
Máquina de Soldar marca Miller	2 875	982	65,84%
Sierra Eléctrica	8 695	150	98,27%
Taladro Fresador	2 225	849	61,84%
TOTAL	70 455,5	17 516	75,14%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

La tabla 128 detalla los nuevos costos de fallas mecánicas, aquellos datos son el resultado de los costos que implicaría ejecutar un mantenimiento correctivo basándose en los nuevos minutos de paradas y en los diferentes costos que estos incurrirían.

Tabla 129: Nueva Producción Real e Ingresos Reales desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Producción Real	Ingresos Reales
Agosto 2015	712	476 646,234
Septiembre 2015	956	304 845,402
Octubre 2015	1325	998 447,676
Noviembre 2015	1275	236 230,992
Diciembre 2015	228	852 921,340
Enero 2016	593	811 800,551
Febrero 2016	184	176 529,883
Marzo 2016	321	132 942,122
Abril 2016	296	1 911 268,251
Mayo 2016	201	135 594,964
Junio 2016	194	292 793,183
Julio 2016	139	174 211,367
Agosto 2016	729	489 784,214
TOTAL	7153	6 707 002,179

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 130: Verificación de cumplimiento de metas en la Producción desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Producción Real (Unidades)	Producción Esperada (Unidades)	¿Se Superó a la Prod. Esperada?	% Incremento
Agosto 2015	712	403	SI	76,67
Septiembre 2015	956	672	SI	42,26
Octubre 2015	1 650	1 227	SI	34,47
Noviembre 2015	1 275	982	SI	29,83
Diciembre 2015	228	153	SI	49,02
Enero 2016	284	138	SI	85,62
Febrero 2016	184	209	NO	0
Marzo 2016	321	220	SI	45,91
Abril 2016	296	183	SI	61,75
Mayo 2016	201	298	NO	0
Junio 2016	350	189	SI	85,19
Julio 2016	139	174	NO	0
Agosto 2016	729	459	SI	58,82
TOTAL	7 325	5 307		38,03

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L

Como puede observarse en la tabla 130 con la mejora se superó la producción esperada en un 38,03%.

Tabla 131: Verificación de cumplimiento de metas de Ingresos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Ingresos Reales (S/.)	Ingresos Esperados (S/.)	¿Se Superó a los Ingresos Esperados?	% Incremento
Agosto 2015	476 646,234	277 740,970	SI	71,62
Septiembre 2015	304 845,402	177 632,910	SI	71,62
Octubre 2015	998 447,676	581 793,805	SI	71,62
Noviembre 2015	225 230,992	137 651,407	SI	63,62
Diciembre 2015	842 951,340	496 995,850	SI	69,61
Enero 2016	810 735,551	473 034,835	SI	71,39
Febrero 2016	128 523,883	102 863,670	SI	24,95
Marzo 2016	129 945,122	77 465,154	SI	67,75
Abril 2016	1 729 268,251	1 113 692,840	SI	55,27
Mayo 2016	135 394,964	79 010,961	SI	71,36
Junio 2016	292 582,183	170 610,102	SI	71,49
Julio 2016	173 046,367	101 512,675	SI	70,47
Agosto 2016	459 384,214	285 396,449	SI	60,96
TOTAL	6 707 002,179	4 075 402		64,57

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Mediante la tabla 131, puede notarse que tanto la producción como los ingresos esperados pudieron superar lo que la gerente tenía como meta (que es el 30%). Se aprecia también que los ingresos superan el doble de lo esperado, esto se debe a que la empresa tiene un sistema de producción intermitente y hace que en alguna oportunidad realicen operaciones que generarían mayores ingresos.

Tabla 132: Nuevas Cantidades de Costo de Parada de Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Minutos de Parada (min)	Hora de Parada (Hrs.)	Ingresos por hora (S./hora)	Costo de Parada de Máquina
Cepillo de Codo	2 201	37	198,737	S/. 7 353,269
Torno 1	920	15		S/. 2 981,055
Torno 2	857	14		S/. 2 782,318
Torno 3	3 429	57		S/. 11 328,009
Torno 4	1 157	19		S/. 3 776,003
Torno 5	984	16		S/. 3 179,792
Taladro Fresador	946	16		S/. 3 179,792
Sierra de Cinta Eléctrica	693	12		S/. 2 384,844
Máquina de Soldar 1	974	16		S/. 3 179,792
Máquina de Soldar marca Miller	803	13		S/. 2 583,581
TOTAL				

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 133: Porcentaje de Reducción del Costo de Parada de Máquina desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Máquina	Costo de Parada de Máquina Anterior	Costo de Parada de Máquina con Mejora	Reducción	% Reducción
Cepillo de Codo	S/. 315 760,14	S/. 7 353,269	S/. 308 406,871	97,67%
Torno 1	S/. 25 637,09	S/. 2 981,055	S/. 22 656,035	88,37%
Torno 2	S/. 58 826,18	S/. 2 782,318	S/. 56 043,862	95,27%
Torno 3	S/. 246 844,74	S/. 11 328,009	S/. 235 516,731	95,41%
Torno 4	S/. 43 324,69	S/. 3 776,003	S/. 39 548,857	91,28%
Torno 5	S/. 56 043,86	S/. 3 179,792	S/. 52 864,068	94,33%
Taladro Fresador	S/. 25 835,82	S/. 3 179,792	S/. 22 656,028	87,69%
Sierra de Cinta Eléctrica	S/. 80 687,27	S/. 2 384,844	S/. 78 302,426	97,04%
Máquina de Soldar 1	S/. 446 761,02	S/. 3 179,792	S/. 443 581,228	99,29%
Máquina de Soldar marca Miller	S/. 433 246,90	S/. 2 583,581	S/. 430 663,319	99,40%
TOTAL	S/. 1 780 465,88	S/. 48 293,091	S/. 1 732 172,789	97,29%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Como se observa en la tabla 133 al reducir los minutos de parada, han reducido de la misma forma la cantidad de costo de parada de máquina. Así como se apreció que los minutos de parada reducen en mayor cantidad en el torno 2 y 3, tal cual puede notarse que el costo de parada de máquina se reduce en mayor cantidad en las mismas máquinas, esto indica que esas máquinas, así como también el cepillo de codo y las máquinas de soldar son primordiales para las operaciones y ganancias de la empresa.

3.9.3 NUEVOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Tabla 134: Nuevos Tiempos Medios Entre Fallas (MTBF)

Máquina	Tiempo Total Disponible (min./año)	Tiempo de no Operación	Fallas	MTBF (min./falla)
Cepillo de Codo	154 080	2 021	3	137 566,33
Torno 1	154 080	920	5	82 760
Torno 2	154 080	857	8	51 732,875
Torno 3	154 080	3 429	6	68 548,5
Torno 4	154 080	1 157	4	103 390,75
Torno 5	154 080	984	3	137 912
Talador Fresador	154 080	946	3	137 924,67
Sierra Eléctrica	154 080	693	5	82 805,4
Máquina de Soldar 1	154 080	974	1	413 746
Máquina de Soldar marca Miller	154 080	803	1	413 917

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 134 se observan los diferentes tiempos medios entre fallas de las diferentes máquinas, aquellas cifras non indican que las fallas se presentan aproximadamente después de los minutos expuestos en la tabla. Las máquinas de soldar tienen mayor cantidad de minutos entre fallas, por ejemplo, para el caso de la máquina de soldar miller, las fallas se presentan después de 413 917 minutos.

Tablas 135: Porcentaje de mejora de los MTBF

Máquina	MTBF Anterior (min./falla)	MTBF Nuevo (min./falla)	% Mejora
Cepillo de Codo	1 030,70	50 686,33	97,96
Torno 1	5 420	30 632	82,30
Torno 2	8 520	19 152,88	55,51
Torno 3	3 616,18	25 108,5	85,59
Torno 4	4 272,73	38 230,75	88,82
Torno 5	12 716	51 032	73,12
Talador Fresador	18 285	51 044,67	64,17
Sierra Eléctrica	4 184,52	30 677,4	86,35
Máquina de Soldar 1	9 600	153 106	93,72
Máquina de Soldar marca Miller	11 640	153 277	92,40

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Para que puedan notarse las mejoras de los tiempos medios entre fallas estos deben incrementar, puesto que, lo ideal es que las máquinas fallen después del mayor tiempo posible según su nivel de operatividad, dicha situación se puede apreciar en la tabla 135 y la máquina que tiene mayor porcentaje de tiempos medios entre fallas es el cepillo de codo.

Tabla 136: Nuevos Tiempos Medios de Reparación (MTTR)

Máquina	Tiempo de Paro (min)	Fallas	MTTR (min./falla)
Cepillo de Codo	2 021	3	673,67
Torno 1	920	5	184
Torno 2	857	8	107,125
Torno 3	3 429	6	571,5
Torno 4	1 157	4	289,25
Torno 5	984	3	328
Talador Fresador	946	3	315,33
Sierra Eléctrica	693	5	138,6
Máquina de Soldar 1	974	1	974
Máquina de Soldar marca Miller	803	1	803

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 136 se detallan los tiempos medio de reparación de las máquinas, dichas cifras indican la cantidad de minutos que se demoran los operarios para restaurar la función de alguna máquina, donde pueden analizar y diagnosticar la falla. La tabla describe que para el caso del torno 1 los operarios se demoran menos tiempo para reparar la máquina a comparación de las demás máquinas, esto se debe a que el torno 1 es nueva y es mucho más fácil encontrar la falla.

Tabla 137: Porcentaje de mejora del MTTR

Máquina	MTTR Anterior (min./falla)	MTTR Nuevo (min./falla)	% Mejora
Cepillo de Codo	1 672,46	673,67	59,72
Torno 1	286,67	184	35,81
Torno 2	1 110	107,13	90,35
Torno 3	3 387,46	571,5	83,13
Torno 4	396,36	289,25	27,02
Torno 5	1 692	328	80,61
Talador Fresador	975	315,33	67,66
Sierra Eléctrica	785,81	138,6	82,36
Máquina de Soldar 1	67 440	974	98,56
Máquina de Soldar marca Miller	65 400	803	98,77

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 138: Nueva Disponibilidad

Máquina	MTBF Nuevo (min./falla)	MTTR Nuevo (min./falla)	DISPONIBILIDAD (%)
Cepillo de Codo	50 686,33	673,67	98,68
Torno 1	30 632	184	99,40
Torno 2	19 152,88	107,13	99,44
Torno 3	25 108,5	571,5	97,77
Torno 4	38 230,75	289,25	99,24
Torno 5	51 032	328	99,36
Talador Fresador	51 044,67	315,33	99,38
Sierra Eléctrica	30 677,4	138,6	99,55
Máquina de Soldar 1	153 106	974	99,36
Máquina de Soldar marca Miller	153 277	803	99,47

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Se puede observar en la tabla 138 que las nuevas disponibilidades de las máquinas son altas después de llevarse a cabo el plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias, la máquina que esta mayormente disponible es la sierra de cinta eléctrica.

Tabla 139: Porcentaje de mejora de la Disponibilidad

Máquina	Disponibilidad Anterior (%)	Disponibilidad Nueva (%)	Incremento
Cepillo de Codo	38,12	98,68	60,56%
Torno 1	54,97	97,4	42,43%
Torno 2	48,47	95,44	46,97%
Torno 3	51,63	90,77	39,14%
Torno 4	41,51	89,24	47,73%
Torno 5	39,01	89,36	50,35%
Talador Fresador	44,93	89,38	44,45%
Sierra Eléctrica	54,19	90,55	36,36%
Máquina de Soldar 1	12,46	89,36	76,9%
Máquina de Soldar marca Miller	15,1	90,37	75,27%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

- **Nueva Disponibilidad Total:**

$$Disponibilidad\ Total = \left(\frac{Disponibilidad\ de\ equipos\ significativos}{N^{\circ}\ de\ equipos\ significativos} \right)$$

$$\begin{aligned} &Disponibilidad\ Total \\ &98,68 + 99,4 + 99,44 + 97,77 + 99,24 + 99,36 + \\ &= \frac{99,38 + 99,55 + 99,36 + 99,57}{10} \end{aligned}$$

$$Disponibilidad\ Total\ Nueva = 99,12\%$$

$$Disponibilidad\ Total\ Anterior = 40,04\%$$

3.9.4 NUEVA CONFIABILIDAD

Para hallar la nueva confiabilidad de las máquinas, se obtuvieron los nuevos minutos de fallas en cada una de ellas, los datos fueron procesados en la plantilla de cálculo Excel, diseñado por el Dr. Robert B., resultando de la siguiente manera:

3.9.4.1 CONFIABILIDAD DEL TORNO 1

Tabla 140: Organización de datos del Torno 1

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	52	5,652	5,223
2	54	5,870	12,687
3	58	6,304	20,149
4	60	6,522	27,612
5	67	7,283	35,075
6	68	7,391	42,537
7	72	7,826	50
8	75	8,152	57,463
9	78	8,478	64,925
10	80	8,696	72,388
11	81	8,804	79,851
12	83	9,022	87,313
13	92	10	94,776
TOTAL	920	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot			Data To Use For Excel Regression		
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	52	0.052239	5.224	-2.92522323	3.951244
2	54	0.126866	12.687	-1.99756029	3.988984
3	58	0.201493	20.149	-1.49160614	4.060443
4	60	0.276119	27.612	-1.12970421	4.094345
5	67	0.350746	35.075	-0.83948785	4.204693
6	68	0.425373	42.537	-0.59052854	4.219508
7	72	0.5	50.000	-0.36651292	4.276666
8	75	0.574627	57.463	-0.15690117	4.317488
9	78	0.649254	64.925	0.04658984	4.356709
10	80	0.723881	72.388	0.25225323	4.382027
11	81	0.798507	79.851	0.47125468	4.394449
12	83	0.873134	87.313	0.72494932	4.418841
13	92	0.947761	94.776	1.08245908	4.521789
			Excel Regression Stats		
			$\beta =$	6.541	
			$\eta =$	75.682	
			R =	0.9633	
			Weibull Stats		
			$\beta =$	6.541	
			$\eta =$	75.682	
			R =	0.9280	

Figura 24: Cálculo de Confiabilidad del Torno 1 en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Torno 1 = **92,80%**

3.9.4.2 CONFIABILIDAD DEL TORNO 2

Tabla 141: Organización de datos del Torno 2

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	43	5,018	5,224
2	46	5,368	12,687
3	52	6,068	20,149
4	53	6,184	27,612
5	57	6,651	35,075
6	59	6,884	42,537
7	69	8,051	50
8	73	8,518	57,463
9	73	8,518	64,925
10	75	8,751	72,388
11	79	9,218	79,851
12	84	9,802	87,313
13	94	10,968	94,776
TOTAL	857	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot			Data To Use For Excel Regression		
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	43	0.052239	5.224	-2.92522323	3.7612
2	46	0.126866	12.687	-1.99756029	3.828641
3	52	0.201493	20.149	-1.49160614	3.951244
4	53	0.276119	27.612	-1.12970421	3.970292
5	57	0.350746	35.075	-0.83948785	4.043051
6	59	0.425373	42.537	-0.59052854	4.077537
7	69	0.5	50.000	-0.36651292	4.234107
8	73	0.574627	57.463	-0.15690117	4.290459
9	73	0.649254	64.925	0.04658984	4.290459
10	75	0.723881	72.388	0.25225323	4.317488
11	79	0.798507	79.851	0.47125468	4.369448
12	84	0.873134	87.313	0.72494932	4.430817
13	94	0.947761	94.776	1.08245908	4.543295
			Excel Regression Stats		
			$\beta =$	4.827	
			$\eta =$	71.696	
			$R =$	0.9579	
			Weibull Stats		
			$\beta =$	4.827	
			$\eta =$	71.696	
			$R =$	0.9176	

Figura 25: Cálculo de Confiabilidad del Torno 2 en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Torno 2 = **91,76%**

3.9.4.3 CONFIABILIDAD DEL TORNO 3

Tabla 142: Organización de datos del Torno 3

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	157	4,579	5,224
2	174	5,074	12,687
3	178	5,191	20,149
4	250	7,291	27,612
5	263	7,670	35,075
6	268	7,816	42,537
7	278	8,107	50
8	283	8,253	57,463
9	284	8,282	64,925
10	286	8,341	72,388
11	286	8,341	79,851
12	360	10,499	87,313
13	362	10,557	94,776
TOTAL	3 429	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot				Data To Use For Excel Regression	
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	157	0.052239	5.224	-2.92522323	5.056246
2	174	0.126866	12.687	-1.99756029	5.159055
3	178	0.201493	20.149	-1.49160614	5.181784
4	250	0.276119	27.612	-1.12970421	5.521461
5	263	0.350746	35.075	-0.83948785	5.572154
6	268	0.425373	42.537	-0.59052854	5.590987
7	278	0.5	50.000	-0.36651292	5.627621
8	283	0.574627	57.463	-0.15690117	5.645447
9	284	0.649254	64.925	0.04658984	5.648974
10	286	0.723881	72.388	0.25225323	5.655992
11	286	0.798507	79.851	0.47125468	5.655992
12	360	0.873134	87.313	0.72494932	5.886104
13	362	0.947761	94.776	1.08245908	5.891644
				Excel Regression Stats	
				$\beta =$	4.597
				$\eta =$	287.563
				$R =$	0.9068
				Weibull Stats	
				$\beta =$	4.597
				$\eta =$	287.563
				$R =$	0.8223

Figura 26: Cálculo de Confiabilidad del Torno 3 en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Torno 3 = **82,23%**

3.9.4.4 CONFIABILIDAD DEL TORNO 4

Tabla 143: Organización de datos del Torno 4

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	38	3,284	5,224
2	58	5,013	12,687
3	60	5,186	20,149
4	82	7,087	27,612
5	89	7,692	35,075
6	92	7,952	42,537
7	93	8,038	50
8	94	8,124	57,463
9	95	8,211	64,925
10	98	8,470	72,388
11	102	8,816	79,851
12	118	10,199	87,313
13	138	11,927	94,776
TOTAL	1 157	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

The Facts For A Weibull Plot			Data To Use For Excel Regression		
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position	Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis	
1	38	0.052239	5.224	-2.92522323	3.637586
2	58	0.126866	12.687	-1.99756029	4.060443
3	60	0.201493	20.149	-1.49160614	4.094345
4	82	0.276119	27.612	-1.12970421	4.406719
5	89	0.350746	35.075	-0.83948785	4.488636
6	92	0.425373	42.537	-0.59052854	4.521789
7	93	0.5	50.000	-0.36651292	4.532599
8	94	0.574627	57.463	-0.15690117	4.543295
9	95	0.649254	64.925	0.04658984	4.553877
10	98	0.723881	72.388	0.25225323	4.584967
11	102	0.798507	79.851	0.47125468	4.624973
12	118	0.873134	87.313	0.72494932	4.770685
13	138	0.947761	94.776	1.08245908	4.927254
			Excel Regression Stats		
			$\beta =$	3.513	
			$\eta =$	98.851	
			R =	0.9329	
			Weibull Stats		
			$\beta =$	3.513	
			$\eta =$	98.851	
			R =	0.8703	

Figura 27: Cálculo de Confiabilidad del Torno 4 en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Torno 4 = **87,03%**

3.9.4.5 CONFIABILIDAD DEL TORNO 5

Tabla 144: Organización de datos del Torno 5

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	56	5,691	5,224
2	58	5,894	12,687
3	59	5,996	20,149
4	69	7,012	27,612
5	70	7,114	35,075
6	72	7,317	42,537
7	77	7,825	50
8	79	8,028	57,463
9	82	8,333	64,925
10	83	8,435	72,388
11	91	9,248	79,851
12	94	9,553	87,313
13	94	9,553	94,776
TOTAL	984	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot			Data To Use For Excel Regression		
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	56	0.052239	5.224	-2.92522323	4.025352
2	58	0.126866	12.687	-1.99756029	4.060443
3	59	0.201493	20.149	-1.49160614	4.077537
4	69	0.276119	27.612	-1.12970421	4.234107
5	70	0.350746	35.075	-0.83948785	4.248495
6	72	0.425373	42.537	-0.59052854	4.276666
7	77	0.5	50.000	-0.36651292	4.343805
8	79	0.574627	57.463	-0.15690117	4.369448
9	82	0.649254	64.925	0.04658984	4.406719
10	83	0.723881	72.388	0.25225323	4.418841
11	91	0.798507	79.851	0.47125468	4.51086
12	94	0.873134	87.313	0.72494932	4.543295
13	94	0.947761	94.776	1.08245908	4.543295
Excel Regression Stats					
				$\beta =$	6.547
				$\eta =$	80.925
				R =	0.9478
Weibull Stats					
				$\beta =$	6.547
				$\eta =$	80.925
				R =	0.8984

Figura 28: Cálculo de Confiabilidad del Torno 5 en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Torno 5 = **89,84%**

3.9.4.6 CONFIABILIDAD DEL TALADRO FRESADOR

Tabla 145: Organización de datos del Taladro Fresador

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	59	6,237	5,224
2	60	6,342	12,687
3	68	7,188	20,149
4	69	7,294	27,612
5	69	7,294	35,075
6	70	7,400	42,537
7	73	7,717	50
8	73	7,717	57,463
9	74	7,822	64,925
10	77	7,922	72,388
11	84	8,879	79,851
12	85	8,985	87,313
13	89	9,408	94,776
TOTAL	946	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot				Data To Use For Excel Regression	
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	59	0.052239	5.224	-2.92522323	4.077537
2	60	0.126866	12.687	-1.99756029	4.094345
3	68	0.201493	20.149	-1.49160614	4.219508
4	69	0.276119	27.612	-1.12970421	4.234107
5	69	0.350746	35.075	-0.83948785	4.234107
6	70	0.425373	42.537	-0.59052854	4.248495
7	73	0.5	50.000	-0.36651292	4.290459
8	73	0.574627	57.463	-0.15690117	4.290459
9	74	0.649254	64.925	0.04658984	4.304065
10	77	0.723881	72.388	0.25225323	4.343805
11	84	0.798507	79.851	0.47125468	4.430817
12	85	0.873134	87.313	0.72494932	4.442651
13	89	0.947761	94.776	1.08245908	4.488636
			Excel Regression Stats		
			β =	9.605	
			η =	76.704	
			R =	0.9287	
			Weibull Stats		
			β =	9.605	
			η =	76.704	
			R=	0.8624	

Figura 29: Cálculo de Confiabilidad del Taladro Fresador en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Taladro Fresador = **86,24%**

3.9.4.7 CONFIABILIDAD DE LA MÁQUINA DE SOLDAR MILLER

Tabla 146: Organización de datos de la Máquina de Soldar Miller

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	48	5,978	5,224
2	51	6,351	12,687
3	54	6,725	20,149
4	56	6,974	27,612
5	58	7,223	35,075
6	58	7,223	42,537
7	58	7,223	50
8	64	7,970	57,463
9	66	8,219	64,925
10	68	8,468	72,388
11	70	8,717	79,851
12	74	9,215	87,313
13	78	9,714	94,776
TOTAL	803	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot			Data To Use For Excel Regression		
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	48	0.052239	5.224	-2.92522323	3.871201
2	51	0.126866	12.687	-1.99756029	3.931826
3	54	0.201493	20.149	-1.49160614	3.988984
4	56	0.276119	27.612	-1.12970421	4.025352
5	58	0.350746	35.075	-0.83948785	4.060443
6	58	0.425373	42.537	-0.59052854	4.060443
7	58	0.5	50.000	-0.36651292	4.060443
8	64	0.574627	57.463	-0.15690117	4.158883
9	66	0.649254	64.925	0.04658984	4.189655
10	68	0.723881	72.388	0.25225323	4.219508
11	70	0.798507	79.851	0.47125468	4.248495
12	74	0.873134	87.313	0.72494932	4.304065
13	78	0.947761	94.776	1.08245908	4.356709
			Excel Regression Stats		
			$\beta =$	8.019	
			$\eta =$	65.361	
			R =	0.9446	
			Weibull Stats		
			$\beta =$	8.019	
			$\eta =$	65.361	
			R =	0.8923	

Figura 30: Cálculo de Confiabilidad de la Máquina de Soldar Miller en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad de la Máquina de Soldar Miller = **89,23%**

3.9.4.8 CONFIABILIDAD DE LA MÁQUINA DE SOLDAR 1

Tabla 147: Organización de datos de la Máquina de Soldar 1

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	50	5,133	5,224
2	52	5,339	12,687
3	59	6,057	20,149
4	60	6,160	27,612
5	72	7,392	35,075
6	75	7,700	42,537
7	76	7,803	50
8	81	8,316	57,463
9	84	8,624	64,925
10	86	8,830	72,388
11	87	8,932	79,851
12	95	9,754	87,313
13	97	9,959	94,776
TOTAL	974	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

The Facts For A Weibull Plot				Data To Use For Excel Regression	
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	50	0.052239	5.224	-2.92522323	3.912023
2	52	0.126866	12.687	-1.99756029	3.951244
3	59	0.201493	20.149	-1.49160614	4.077537
4	60	0.276119	27.612	-1.12970421	4.094345
5	72	0.350746	35.075	-0.83948785	4.276666
6	75	0.425373	42.537	-0.59052854	4.317488
7	76	0.5	50.000	-0.36651292	4.330733
8	81	0.574627	57.463	-0.15690117	4.394449
9	84	0.649254	64.925	0.04658984	4.430817
10	86	0.723881	72.388	0.25225323	4.454347
11	87	0.798507	79.851	0.47125468	4.465908
12	95	0.873134	87.313	0.72494932	4.553877
13	97	0.947761	94.776	1.08245908	4.574711
Excel Regression Stats					
				$\beta =$	5.278
				$\eta =$	81.108
				R =	0.9587
Weibull Stats					
				$\beta =$	5.278
				$\eta =$	81.108
				R =	0.9191

Figura 31: Cálculo de Confiabilidad de la Máquina de Soldar 1 en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad de la Máquina de Soldar 1 = **91,91%**

3.9.4.9 CONFIABILIDAD DEL CEPILLO DE CODO

Tabla 148: Organización de datos del Cepillo de Codo

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	94	4,271	5,224
2	95	4,316	12,687
3	106	4,816	20,149
4	136	6,179	27,612
5	140	6,361	35,075
6	149	6,770	42,537
7	173	7,860	50
8	173	7,860	57,463
9	174	7,905	64,925
10	178	8,087	72,388
11	205	9,314	79,851
12	283	12,858	87,313
13	295	13,403	94,776
TOTAL	2 201	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

The Facts For A Weibull Plot				Data To Use For Excel Regression	
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	94	0.052239	5.224	-2.92522323	4.543295
2	95	0.126866	12.687	-1.99756029	4.553877
3	106	0.201493	20.149	-1.49160614	4.663439
4	136	0.276119	27.612	-1.12970421	4.912655
5	140	0.350746	35.075	-0.83948785	4.941642
6	149	0.425373	42.537	-0.59052854	5.003946
7	173	0.5	50.000	-0.36651292	5.153292
8	173	0.574627	57.463	-0.15690117	5.153292
9	174	0.649254	64.925	0.04658984	5.159055
10	178	0.723881	72.388	0.25225323	5.181784
11	205	0.798507	79.851	0.47125468	5.32301
12	283	0.873134	87.313	0.72494932	5.645447
13	295	0.947761	94.776	1.08245908	5.686975
Excel Regression Stats					
$\beta =$				3.310	
$\eta =$				187.116	
$R =$				0.9079	
Weibull Stats					
$\beta =$				3.310	
$\eta =$				187.116	
$R =$				0.8242	

Figura 32: Cálculo de Confiabilidad del Cepillo de Codo en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad del Cepillo de Codo= **82,42%**

3.9.4.10 CONFAIBILIDAD DE LA SIERRA DE CINTA ELÉCTRICA

Tabla 149: Organización de datos de la Sierra de Cinta Eléctrica

Número de Falla	Minutos de Falla	% de fallas	Media Acumulada de fallas (%)
1	14	2,020	5,224
2	26	3,752	12,687
3	28	4,040	20,149
4	39	5,628	27,612
5	40	5,772	35,075
6	47	6,782	42,537
7	52	7,504	50
8	52	7,504	57,463
9	59	8,514	64,925
10	75	10,823	72,388
11	83	11,977	79,851
12	85	12,266	87,313
13	93	13,420	94,776
TOTAL	693	100	

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Weibull Analysis In Excel					
The Facts For A Weibull Plot			Data To Use For Excel Regression		
i-values	X-age to failure sorted	Y-plot position		Use This Date For X-axis	Use This Date For Y-axis
1	14	0.052239	5.224	-2.92522323	2.639057
2	26	0.126866	12.687	-1.99756029	3.258097
3	28	0.201493	20.149	-1.49160614	3.332205
4	39	0.276119	27.612	-1.12970421	3.663562
5	40	0.350746	35.075	-0.83948785	3.688879
6	47	0.425373	42.537	-0.59052854	3.850148
7	52	0.5	50.000	-0.36651292	3.951244
8	52	0.574627	57.463	-0.15690117	3.951244
9	59	0.649254	64.925	0.04658984	4.077537
10	75	0.723881	72.388	0.25225323	4.317488
11	83	0.798507	79.851	0.47125468	4.418841
12	85	0.873134	87.313	0.72494932	4.442651
13	93	0.947761	94.776	1.08245908	4.532599
Excel Regression Stats					
				$\beta =$	2.105
				$\eta =$	60.860
				R =	0.9822
Weibull Stats					
				$\beta =$	2.105
				$\eta =$	60.860
				R =	0.9648

Figura 33: Cálculo de Confiabilidad de la Sierra de Cinta Eléctrica en Excel

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Confiabilidad de la Sierra de Cinta Eléctrica= **96,48%**

Tabla 150: Cuadro de Comparación de la Nueva Confiabilidad de las máquinas

MÁQUINAS	CONFIABILIDAD ANTERIOR	CONFIABILIDAD NUEVA	Porcentaje de Mejora
Torno 1	50%	92,80%	42,8%
Torno 2	48,47%	91,76%	43,29%
Torno 3	44%	82,23%	38,23%
Torno 4	49,34%	87,03%	37,69%
Torno 5	48%	89,84%	41,84%
Taladro Fresador	46,7%	86,24%	39,54%
Máquina de Soldar Miller	59,39%	89,23%	29,84%
Máquina de Soldar 1	59,39%	91,91%	32,52%
Cepillo de Codo	66,41%	82,42%	16,01%
Sierra de Cinta Eléctrica	46,38%	96,48%	50,1%

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

3.9.5 NUEVOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Tabla 151: Nuevos Indicadores de Productividad-Materia Prima desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Producción Real	MATERIA PRIMA (S/.)	PRODUCTIVIDAD
Agosto 2015	712	66 104,32	0,011
Septiembre 2015	956	70 953,19	0,013
Octubre 2015	1 325	7 496	0,177
Noviembre 2015	1 275	38 405	0,033
Diciembre 2015	228	13 945	0,016
Enero 2016	593	2 804,9	0,211
Febrero 2016	184	9 359,29	0,020
Marzo 2016	321	12 948,23	0,025
Abril 2016	296	35 574,36	0,008
Mayo 2016	201	14 673,50	0,014
Junio 2016	194	14 467,80	0,013
Julio 2016	139	14 576,40	0,010
Agosto 2016	729	52 346,29	0,014

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 150 se puede observar que con el plan de mantenimiento preventivo implementado ha mejorado la productividad notoriamente en el mes de enero de 2016. La interpretación para la tabla mostrada es, por cada

sol invertido en materia prima, se ofrecerían 0,211 productos en las distintas operaciones.

Tabla 152: Nuevos Indicadores de Productividad- Horas Trabajadas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Producción Real	Horas Trabajadas	PRODUCTIVIDAD
Agosto 2015	712	1 415,702	0,503
Septiembre 2015	956	1 269,496	0,753
Octubre 2015	1 325	10 456	0,127
Noviembre 2015	1 275	1 830	0,697
Diciembre 2015	228	777,39	0,293
Enero 2016	593	1 367,56	0,434
Febrero 2016	184	1 594	0,115
Marzo 2016	321	1 305,16	0,246
Abril 2016	296	1 230	0,241
Mayo 2016	201	1 629,62	0,123
Junio 2016	194	1 245	0,156
Julio 2016	139	2 456	0,057
Agosto 2016	729	1 355	0,538

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

En la tabla 151 se detalla que con la mejora, en el mes de septiembre de 2015 la productividad sería de 0,753; lo que quiere decir que por cada hora trabajada los trabajadores en conjunto ofrecerán 0,753 productos en las distintas operaciones.

Tabla 152: Nuevos Indicadores de Productividad- Insumos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Producción Real	Insumos (S/.)	Productividad
Agosto 2015	712	1 934	0,368
Septiembre 2015	956	2 356	0,406
Octubre 2015	1 325	9 245	0,143
Noviembre 2015	1 275	1 324	0,963
Diciembre 2015	228	6 897	0,033
Enero 2016	593	1 456	0,407
Febrero 2016	184	1 577	0,117
Marzo 2016	321	1 357	0,237
Abril 2016	296	1 794	0,165
Mayo 2016	201	1 357	0,148
Junio 2016	194	1 478	0,131
Julio 2016	139	2 547	0,055
Agosto 2016	729	1 465	0,498

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Lo que se muestra en la tabla 152 son los nuevos indicadores de productividad respecto a insumos, lo que se aprecia es que en el mes de noviembre de 2015 habría mayor productividad a diferencia de los otros meses, teniendo como interpretación que por cada sol invertido en los insumos la empresa ofrecería 0,963 productos en las diferentes operaciones.

3.10 CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES

Para la comparación de los indicadores de productividad se toman los valores de productividades en cuando a Insumos, Horas Trabajadas y Materia Prima de los períodos de Agosto de 2015 a Agosto de 2016, como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 154: Productividad anterior y con mejora de Insumos desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Productividad Anterior	Productividad con Mejora
Agosto 2015	0,054	0,368
Septiembre 2015	0,132	0,406
Octubre 2015	0,157	0,143
Noviembre 2015	0,180	0,963
Diciembre 2015	0,028	0,033
Enero 2016	0,057	0,407
Febrero 2016	0,019	0,117
Marzo 2016	0,048	0,237
Abril 2016	0,053	0,165
Mayo 2016	0,037	0,148
Junio 2016	0,054	0,131
Julio 2016	0,057	0,055
Agosto 2016	0,117	0,498

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 155: Productividad anterior y con mejora de Horas Trabajadas desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Productividad Anterior	Productividad con Mejora
Agosto 2015	0,390	0,503
Septiembre 2015	0,726	0,753
Octubre 2015	0,999	0,127
Noviembre 2015	0,732	0,697
Diciembre 2015	0,271	0,293
Enero 2016	0,366	0,434
Febrero 2016	0,082	0,115
Marzo 2016	0,227	0,246
Abril 2016	0,293	0,241
Mayo 2016	0,092	0,123
Junio 2016	0,19	0,156
Julio 2016	0,155	0,057
Agosto 2016	0,478	0,538

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

Tabla 156: Productividad anterior y con mejora de Materia Prima desde Agosto de 2015 a Agosto de 2016

Mes	Productividad Anterior	Productividad con Mejora
Agosto 2015	0,008	0,011
Septiembre 2015	0,013	0,013
Octubre 2015	0,107	0,177
Noviembre 2015	0,014	0,033
Diciembre 2015	0,008	0,016
Enero 2016	0,006	0,211
Febrero 2016	0,006	0,020
Marzo 2016	0,009	0,025
Abril 2016	0,005	0,008
Mayo 2016	0,007	0,014
Junio 2016	0,010	0,013
Julio 2016	0,005	0,010
Agosto 2016	0,017	0,014

Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

3.11 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Para el análisis de Costo – Beneficio se ha realizado la suma de los egresos y de los ingresos, en la parte de los ingresos se suman los ingresos reales con la mejora y la diferencia de reducción en soles del dinero no percibido, puesto que el dinero que se deja de percibir con la mejora es mucho menor que el actual, esto quiere decir que la diferencia de ambos pasa a ser un ingreso para la empresa, por lo tanto, se suma.

Para el caso de los egresos, en cuanto al costo de mantenimiento preventivo, se ha considerado el precio de la fabricación de algún componente de las máquinas, como lo son los piñones, los rodajes, etc. El costo de mantenimiento correctivo es el mismo que se ha calculado con la mejora; para el caso del subcontrato de mano de obra para sierra de cinta eléctrica y para el personal de electricidad se han considerado como egresos porque la empresa no cuenta con el personal capacitado para hacer inspecciones eléctricas o reparaciones de máquinas eléctricas como lo es la sierra de cinta, por lo tanto, se ven obligados a traer un personal externo a la empresa para ejecutar la labor de mantenimiento; en el caso del aceite Turbinol 68, el costo sale demasiado elevado, puesto que, al aplicar mantenimiento preventivo a las máquinas, éstas requerirán de abundante cantidad de aceite, dado que las máquinas no están trabajando actualmente con el nivel de aceite estándar. También se ve necesario adquirir una computadora, así como también una impresora y papel que se encuentren únicamente en la oficina del taller para que el jefe del mismo o el jefe de operaciones puedan realizar registros de mantenimiento e imprimirlos, para luego ser archivados y así obtener datos históricos de la ejecución de mantenimientos de las máquinas; en el caso del lubricante, es igual de indispensable que el aceite, en especial para el funcionamiento y limpieza de la sierra de cinta eléctrica.

Tabla 157: Cuadro de Análisis Costo-Beneficio

EGRESOS	CANTIDAD (S/.)
Costo de Mantenimiento Preventivo	2 000 000
Capacitación del Personal	100 000
Costo de Mantenimiento Correctivo	70 000
Subcontrato de Mano de Obra para Sierra de Cinta Eléctrica	100 000
Subcontrato de Personal de Electricidad	100 000
Computadora	4 000
Aceite Turbinol 68	2 200 000
Lubricante	100 000
Combustible	10 000
Papel	9 000
Impresora	700
Personal	93 600
TOTAL	4 787 300
INGRESOS	CANTIDAD (S/.)
Dinero no Percibido	1 731 540,12
Ingresos por Operaciones	6 707 002,179
TOTAL	8 438 524,299
BENEFICIO/COSTO	1,76

Fuente: Datos de Construcciones Reyes

La tabla 15 nos indica que por cada sol invertido, la empresa obtendrá 0,76 céntimos de ganancia.

IV. CONCLUSIONES

- En el diagnóstico realizado durante el período de julio de 2014 a julio de 2015, a través de un análisis de criticidad por costos, se concluye que todos los tornos en su totalidad no están operativos a causa de la falla mecánica de desgaste (en total representan un 84,026% de los costos evaluados) que usualmente presentan, lo mismo sucede con el cepillo de codo, para el caso de la máquina de soldar 1 y la máquina de soldar marca Miller. La falla mecánica que más prevalece es la del desgaste y de corrosión, sin embargo, para la sierra de cinta eléctrica y el taladro fresador, las fallas mecánicas que tiene mayor incidencia son la de fractura y corrosión.
- Con la elaboración de los programas de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, se establecieron normas y procedimientos que los trabajadores tenían establecido seguir para cumplir en forma conjunta el cronograma anual de mantenimiento preventivo, y de esa manera cumplir con el objetivo de producción trazado.
- Con la implementación de los programas de mantenimiento preventivo durante agosto de 2015 a agosto de 2016, se determinó que las confiabilidades de las máquinas son inferiores al 50%, también se estableció que con ella las máquinas han reducido sus minutos de paradas en un 97,31%, las frecuencias de fallas se redujeron en un 81,43%, los costos de mantenimiento se redujeron en un 75,14%. Dichos resultados reflejan que la empresa ha cumplido de forma moderada el cronograma de mantenimiento, hubo trabajo en equipo y juntos lograron reducir los problemas que los acarrearán a diario.
- A través de la evaluación de los indicadores de productividad después de la implementación del plan, pudo notarse un incremento de la productividad en casi el 50%.
- Con el análisis Costo – Beneficio de la propuesta se determinó que Construcciones Reyes S.R.L. por cada sol invertido obtendría 0,76 céntimos de ganancia.

V. RECOMENDACIONES

- Para estudios posteriores se recomienda hallar la confiabilidad de las máquinas, utilizando algún software como el Renovefree, puesto que, la tabulación de datos y la obtención del porcentaje de confiabilidad es más exacto que hallarlo con las hojas Weibull, dado que, esta herramienta no otorga precisión en los trazos, debido a ello, el desarrollo de esta investigación se realizó con la ayuda de las plantillas Excel.
- También se recomienda cambiar las máquinas actuales por algunas nuevas teniendo en cuenta el año de fabricación para evitar que prontamente llegue su depreciación, y cumplir con ellas el Plan de Mantenimiento Preventivo para alargar su tiempo de vida.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Llamba W. 2014. Elaboración del Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) de la Central Hidráulica Illuchi N°2, 1 (1): 1-6 <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8443/1/AC-ESPEL-EMI-0256.pdf>

Pirela A., Pirela A. 2011. Mantenimiento Preventivo para los Tornos Convencionales en el Departamento de Mecánica del IUTC, 11 (1): 1-14 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3934669.pdf>

Dairo Mesa Grajales, Yesid Ortiz Sánchez y Manuel Pinzón. 2006. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento, 1 (30): 1 – 6 <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513/3787>

Gonzales M. 2015. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad Aplicado al Sistema Hidráulico de la Planta Generadora Huaji de Cobee, 11 (35): 1-6 www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/jbc/v11n35/v11n35_a02.pdf

Barrios A. y Ortiz 2012. EL Mantenimiento en el Desarrollo de la Gestión Empresarial. Fundamentos Teóricos, 1 (1): 1-4 <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ve/2012/abmo.html>

Martínez F., Rivas A y Matthews R. 2011. Análisis de Criticidad de Plataformas Activo Integral Cantarell-PEMEX Exploración y Producción desarrollo e Implementación de un Modelo de Variables de Estado de Equipos y Estructuras, 1 (1): 1-14 http://www.pimsoflondon.com/2010_ARTICULO%20DE%20ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD%20DE%20PLATAFORMAS%20FINAL.pdf

José María de Bona. 1999. *La Gestión del Mantenimiento: Guía para el Responsable de la Conservación de Locales e Instalaciones*. 1era. Ed. Madrid: FC Editorial.

Lluís Cuatrecasas Arbós. 2012. *Gestión de Mantenimiento de los Equipos Productivos*. 1era. Ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos

Luis José Amendola. 2006. *Gestión de Proyectos de activos industriales*. España: Ediciones Universidad Politécnica de Valencia.

Serope Kalpakjian y Steven R. 2002. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. 4ta. Ed. México: Pearson Education.

García Garrido Santiago. 2010. *Mantenimiento Correctivo Organización y Gestión de la Reparación de Averías*. 1 era. Ed. Madrid: Editorial RENVETEC

Céspedes Ruiz Arturo. 1981. *Principios de Mantenimiento*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

José Luis Arques Patón. 2009. *El Mantenimiento, fuente de Beneficios*. 1 era. Ed. España: Ediciones Díaz de Santos.

Pritchard. 1997. *Eficacia organizacional. Concepto, desarrollo y evaluación*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

ANEXO 2: Torno 1



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 3: Torno 2



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 4: Torno 3



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 5: Torno 4



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 6: Torno 5



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 7: Cepillo de Codo



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 8: Taladro Fresador



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 9: Sierra Eléctrica



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 10: Máquina de Soldar marca Miller



Fuente: Datos de Construcciones Reyes S.R.L.

ANEXO 11: Acta de Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en Confiabilidad