

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.

Por

Rodrigo Antonio Rojas Tapia

Gustavo Andrés Tapia Bustos

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de
Ingeniero Civil Industrial.

Profesor guía,
Luis Seccatore

Agosto, 2015

Agradecimientos.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional en todo momento y por la confianza que tuvieron en nosotros.

A la empresa Productos Torre S.A. por su buena disposición para colaborar con la información para este trabajo de titulación.

A nuestros profesores, por su ayuda en cada momento que lo necesitamos.

A la Universidad de Valparaíso, por los conocimientos que nos entregaron durante todos estos años y por tener siempre las puertas abiertas para nosotros.

Índice.

Glosario.....	13
Resumen.....	17
Introducción.....	18
Capítulo 1: Descripción de la empresa.....	21
1.1 Productos Torre S.A.....	21
1.1.1 Historia de la empresa.....	21
1.1.2 Misión y visión.....	22
1.1.3 Cadena de suministros.....	22
1.1.4 Productos de producción y comercialización.....	24
1.2 Planta Productos Torre.....	26
1.2.1 Estructura organizacional planta Productos Torre.....	26
1.2.2 Ubicación planta Quillota.....	27
1.2.3 Condición actual de funcionamiento de las máquinas en el Área de Impresión.....	28
1.2.4 Diagrama proceso productivo.....	30
Capítulo 2: Descripción del problema.....	36
2.1 Descripción y justificación del problema bajo estudio.....	36
2.2 Objetivos.....	38
2.2.1 Objetivo General.....	38
2.2.2 Objetivos Específicos.....	38
2.3 Resultados esperados.....	38
Capítulo 3: Estado del arte.....	40
3.1 Mantenimiento.....	40
3.1.1 Definiciones de mantenimiento.....	40
3.1.2 Tipos de mantenimiento.....	40
3.1.3 Objetivos del mantenimiento.....	42
3.1.4 Mantenimiento en plantas manufactureras.....	42
3.2 Confiabilidad.....	43
3.2.1 Definiciones de confiabilidad.....	43
3.2.2 Objetivos de confiabilidad.....	44
3.3 Relación de confiabilidad con el mantenimiento.....	44
3.4 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).....	45
3.4.1 Definiciones de RCM.....	46
3.4.2 Objetivos de RCM.....	46

3.4.3 RCM II.	48
3.4.4 Metodología RCM.	49
3.4.4.1 Hoja de Información RCM II.	49
3.4.4.2 Fuentes de información para modos y efectos de falla.	59
3.4.4.3 Hoja de Decisión RCM II.	60
3.4.4.4 Diagrama de Decisión RCM II.	62
Capítulo 4: Metodología propuesta.	65
4.1 Condición operacional de las máquinas en el área de Impresión.	65
4.1.1 Registro de modos de falla en el Área de Impresión.	65
4.1.2 Disponibilidad operacional.	72
4.2 Metodología RCM II: Etapa de información.	77
4.2.1 Funciones.	77
4.2.2 Fallas funcionales.	79
4.2.3 Modos de falla.	83
4.2.4 Efectos de falla.	91
4.2.5 Hoja de Información RCM II.	95
4.3 Selección fallas funcionales críticas.	102
4.4 Metodología RCM II: Etapa de decisión.	108
4.4.1 Evaluación del Diagrama de Decisión RCM II.	108
4.4.2 Tareas propuestas.	112
4.4.3 Hoja de Decisión RCM II.	113
Capítulo 5: Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la Empresa Productos Torre S.A.	118
5.1 Selección de turno para propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento.	118
5.2 Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento.	120
5.2.1 Carta Gantt.	120
5.2.2 Resultados de la aplicación de las tareas propuestas para el período establecido.	125
5.2.3 Proyección.	127
5.2.4 Disponibilidad operacional 2014.	130
5.2.5 Plan de repuestos.	133
5.3 Costos asociados a la fabricación en las máquinas de impresión.	134
Conclusiones y recomendaciones.	136
Bibliografía.	139
Anexos.	142

Índice de Figuras.

Figura 1.1: Cadena de suministros de la empresa.	23
Figura 1.2: Estructura organización de la planta de Productos Torre.....	26
Figura 1.3: Ubicación planta Productos Torre S.A.....	27
Figura 1.4: Ilustración máquina SPC.....	28
Figura 1.5: Ilustración máquina Planeta.....	29
Figura 1.6: Ilustración máquina Sord-Z.	30
Figura 1.7: Diagrama de proceso cuadernos.....	32
Figura 1.8: Diagrama de proceso blocks.	33
Figura 1.9: Diagrama de proceso archivadores.....	34
Figura 1.10: Diagrama de proceso Arte Color.	35
Figura 3.1: Ejemplo de Hoja de Información RCM II.	50
Figura 3.2: Niveles de funcionamiento para mantener un activo.....	51
Figura 3.3: Ejemplo de funciones para Hoja de Información RCM II.	53
Figura 3.4: Ejemplo de fallas funcionales para Hoja de Información RCM II.	54
Figura 3.5: Ejemplo de modos de falla para Hoja de Información RCM II.	55
Figura 3.6: Ejemplo de niveles de detalle para Hoja de Información RCM II.....	57
Figura 3.7: Ejemplo de efectos de falla para Hoja de Información RCM II.	59
Figura 3.8: Ejemplo de Hoja de Decisión RCM II.	61
Figura 3.9: Diagrama de Decisión RCM II.	64
Figura 4.1: Esquema de subsistemas para máquinas de impresión.	69

Índice de Tablas.

Tabla 1.1: Productos que distribuye la empresa.....	25
Tabla 1.2: Cantidad por puesto de trabajo para máquina SPC.	28
Tabla 1.3: Cantidad por puesto de trabajo para máquina Planeta.	29
Tabla 1.4: Cantidad por puesto de trabajo para máquina Sord-Z.....	30
Tabla 1.5: Unidades de cadena productiva, planta Productos Torre S.A.....	31
Tabla 2.1: Transcripción de bitácora máquina SPC.	37
Tabla 4.1: Registro modos de falla Septiembre para máquina Planeta.....	66
Tabla 4.2: Registro modos de falla Octubre para máquina Planeta.	67
Tabla 4.3: Registro modos de falla Noviembre para máquina Planeta.....	68
Tabla 4.4: Registro modos de falla Diciembre para máquina Planeta.	69
Tabla 4.5: Fallas funcionales para máquina Planeta.	71
Tabla 4.6: Turnos de operarios.....	72
Tabla 4.7: Simbología para disponibilidad operacional 2013.	73
Tabla 4.8: Calendario disponibilidad operacional 2013 para el período establecido.	73
Tabla 4.9: Tiempos de limpieza para máquina Planeta.	74
Tabla 4.10: Disponibilidad operacional Septiembre-Octubre 2013, máquina Planeta.....	75
Tabla 4.11: Disponibilidad operacional Noviembre-Diciembre 2013, máquina Planeta.	76
Tabla 4.12: Cálculo total disponibilidad operacional 2013 para máquina Planeta.....	76
Tabla 4.13: Funciones para Hoja de Información RCM II, General (Hoja 1).....	77
Tabla 4.14: Funciones para Hoja de Información RCM II, Abastecimiento (Hoja 2).	78
Tabla 4.15: Funciones para Hoja de Información RCM II, Abastecimiento (Hoja 3).	78
Tabla 4.16: Funciones para Hoja de Información RCM II, U. de Impresión (Hoja 4).....	78
Tabla 4.17: Funciones para Hoja de Información RCM II, U. de Impresión (Hoja 5).....	79
Tabla 4.18: Funciones para Hoja de Información RCM II, Salida (Hoja 6).....	79
Tabla 4.19: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 1).	80
Tabla 4.20: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 2).	80
Tabla 4.21: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 3).	81
Tabla 4.22: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 4).	81
Tabla 4.23: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 5).	82
Tabla 4.24: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 6).	82
Tabla 4.25: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 1).	83
Tabla 4.26: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 2).	84
Tabla 4.27: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 3).	84

Tabla 4.28: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 4).	85
Tabla 4.29: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 5).	85
Tabla 4.30: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 6).	86
Tabla 4.31: Simbología para niveles de detalle.....	86
Tabla 4.32: Niveles de detalle Subsistema General para máquina Planeta.....	87
Tabla 4.33: Niveles de detalle Subsistema Abastecimiento para máquina Planeta.	88
Tabla 4.34: Niveles de detalle Subsistema Unidad de Impresión para máquina Planeta.....	89
Tabla 4.35: Niveles de detalle Subsistema Salida para máquina Planeta.....	90
Tabla 4.36: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 1).....	91
Tabla 4.37: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 2).....	92
Tabla 4.38: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 3).....	92
Tabla 4.39: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 4).....	93
Tabla 4.40: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 5).....	94
Tabla 4.41: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 6).....	94
Tabla 4.42: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 1).	96
Tabla 4.43: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 2).	97
Tabla 4.44: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 3).	98
Tabla 4.45: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 4).	99
Tabla 4.46: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 5).	100
Tabla 4.47: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 6).	101
Tabla 4.48: Peso asignado a fallas funcionales en términos de seguridad y ambiente.....	103
Tabla 4.49: Peso asignado a fallas funcionales en términos de producción.....	103
Tabla 4.50: Análisis de impacto Subsistema General para máquina Planeta.	104
Tabla 4.51: Análisis de impacto Subsistema Abastecimiento para máquina Planeta.....	105
Tabla 4.52: Análisis de impacto Subsistema U. de Impresión para máquina Planeta.	106
Tabla 4.53: Análisis de impacto Subsistema Salida para máquina Planeta.	107
Tabla 4.54: Fallas funcionales seleccionadas para máquina Planeta.....	108
Tabla 4.55: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 1).	110
Tabla 4.56: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 2).	110
Tabla 4.57: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 3).	111
Tabla 4.58: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 4).	111
Tabla 4.59: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 1).....	112
Tabla 4.60: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 2).....	112
Tabla 4.61: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 3).....	113

Tabla 4.62: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 4).....	113
Tabla 4.63: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 1).	114
Tabla 4.64: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 2).	115
Tabla 4.65: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 3).	116
Tabla 4.66: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 4).	117
Tabla 5.1: Simbología para análisis de turnos.....	118
Tabla 5.2: Período establecido para análisis de turnos, máquina Planeta.	119
Tabla 5.3: Tabla comparativa producción para máquina Planeta.....	119
Tabla 5.4: Carta Gantt Septiembre para máquina Planeta.	121
Tabla 5.5: Carta Gantt Octubre para máquina Planeta.....	122
Tabla 5.6: Carta Gantt Noviembre para máquina Planeta.	123
Tabla 5.7: Carta Gantt Diciembre para máquina Planeta.	124
Tabla 5.8: Total tiempo destinado a tareas propuestas, máquina Planeta.	126
Tabla 5.9: Porcentaje media ponderada.	127
Tabla 5.10: Tiempo paradas imprevistas 2013 para máquina Planeta.	128
Tabla 5.11: Aplicación media ponderada para máquina Planeta.	129
Tabla 5.12: Aproximación de tiempos para máquina Planeta.	130
Tabla 5.13: Resultados proyección 2014 para máquina Planeta.	130
Tabla 5.14: Simbología para disponibilidad operacional 2014.	131
Tabla 5.15: Calendario disponibilidad operacional 2014 para el período establecido.	131
Tabla 5.16: Cálculo disponibilidad operacional 2014 para máquina Planeta.	132
Tabla 5.17: Cálculo total disponibilidad operacional 2014 para máquina Planeta.....	133
Tabla 5.18: Plan de repuestos para máquina Planeta.....	133
Tabla 5.19: Costos MOD para máquinas de impresión.....	134
Tabla 5.20: Costo interno y externo de producción asociados a máquina Planeta.....	135
Tabla 5.21: Costos totales de producción asociados a máquina Planeta.	135
Disponibilidad operacional en el Área de Impresión.	136
Costos totales del Área de Impresión.	137

Índice de Anexos.

Anexo 1: Registro modos de falla Septiembre para máquina SPC.....	142
Anexo 2: Registro modos de falla Octubre para máquina SPC.	143
Anexo 3: Registro modos de falla Noviembre para máquina SPC.	144
Anexo 4: Registro modos de falla Diciembre para máquina SPC.....	145
Anexo 5: Fallas funcionales para máquina SPC.....	146
Anexo 6: Tiempos de limpieza para máquina SPC.	147
Anexo 7: Disponibilidad operacional Septiembre-Octubre 2013, máquina SPC.	148
Anexo 8: Disponibilidad operacional Noviembre-Diciembre 2013, máquina SPC.....	149
Anexo 9: Cálculo total disponibilidad operacional 2013 para máquina SPC.....	149
Anexo 10: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 1).....	150
Anexo 11: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 2).....	150
Anexo 12: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 3).....	151
Anexo 13: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 4).....	151
Anexo 14: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 5).....	152
Anexo 15: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 6).....	153
Anexo 16: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 1).	154
Anexo 17: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 2).	154
Anexo 18: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 3).	155
Anexo 19: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 4).	155
Anexo 20: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 5).	156
Anexo 21: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 6).	157
Anexo 22: Niveles de detalle Subsistema General para máquina SPC.....	158
Anexo 23: Niveles de detalle Subsistema Abastecimiento para máquina SPC.	159
Anexo 24: Niveles de detalle Subsistema Unidad de Impresión para máquina SPC.	160
Anexo 25: Niveles de detalle Subsistema Salida para máquina SPC.....	161
Anexo 26: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 1).....	162
Anexo 27: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 2).....	163
Anexo 28: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 3).....	163
Anexo 29: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 4).....	164
Anexo 30: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 5).....	165
Anexo 31: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 6).....	166
Anexo 32: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 1).	167
Anexo 33: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 2).	168

Anexo 34: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 3).	169
Anexo 35: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 4).	170
Anexo 36: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 5).	171
Anexo 37: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 6).	172
Anexo 38: Análisis de impacto Subsistema General para máquina SPC.	173
Anexo 39: Análisis de impacto Subsistema Abastecimiento para máquina SPC.	174
Anexo 40: Análisis de impacto Subsistema U. de Impresión para máquina SPC.	175
Anexo 41: Análisis de impacto Subsistema Salida para máquina SPC.	176
Anexo 42: Fallas funcionales seleccionadas para máquina SPC.....	177
Anexo 43: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 1).....	177
Anexo 44: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 2).....	178
Anexo 45: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 3).....	178
Anexo 46: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 4).....	179
Anexo 47: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 1).....	179
Anexo 48: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 2).....	180
Anexo 49: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 3).....	180
Anexo 50: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 4).....	180
Anexo 51: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 1).	181
Anexo 52: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 2).	182
Anexo 53: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 3).	183
Anexo 54: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 4).	184
Anexo 55: Período establecido para análisis de turnos, máquina SPC.	185
Anexo 56: Producción Turno 1 para máquina SPC.....	186
Anexo 57: Producción Turno 2 para máquina SPC.....	187
Anexo 58: Producción Turno 3 para máquina SPC.....	188
Anexo 59: Producción Turno 1 para máquina Planeta.	189
Anexo 60: Producción Turno 2 para máquina Planeta.	189
Anexo 61: Producción Turno 3 para máquina Planeta.	190
Anexo 62: Tabla comparativa producción para máquina SPC.	190
Anexo 63: Carta Gantt Enero-Febrero-Marzo-Abril para máquina SPC.....	191
Anexo 64: Carta Gantt Mayo-Junio-Julio-Agosto para máquina SPC.....	192
Anexo 65: Carta Gantt Septiembre-Octubre-Noviembre-Diciembre para máquina SPC.	193
Anexo 66: Carta Gantt Enero-Febrero-Marzo-Abril para máquina Planeta.....	194
Anexo 67: Carta Gantt Mayo-Junio-Julio-Agosto para máquina Planeta.....	195

Anexo 68: Total tiempo destinado a tareas propuestas, máquina SPC.	196
Anexo 69: Tiempo paradas imprevistas 2013 para máquina SPC.	197
Anexo 70: Aplicación media ponderada para máquina SPC.	197
Anexo 71: Aproximación de tiempos para máquina SPC.	198
Anexo 72: Resultados proyección 2014 para máquina SPC.	198
Anexo 73: Cálculo disponibilidad operacional 2014 para máquina SPC.	199
Anexo 74: Cálculo total disponibilidad operacional 2014 para máquina SPC.	199
Anexo 75: Plan de repuestos para máquina SPC.	200
Anexo 76: Costo interno y externo de producción asociados a máquina SPC.	201
Anexo 77: Costos totales de producción asociados a máquina SPC.	201
Anexo 78: Indicador de mantenimiento MTBF.	201
Anexo 79: Indicador de mantenimiento MTTR.	201
Anexo 80: Indicador de mantenimiento Disponibilidad por Avería.	201
Anexo 81: Indicador de mantenimiento IMP.	201
Anexo 82: Indicador de mantenimiento IMC.	202
Anexo 83: Aplicación indicador MTBF en máquina SPC, año 2013.	202
Anexo 84: Aplicación indicador MTTR en máquina SPC, año 2013.	202
Anexo 85: Aplicación indicador D. por Avería en máquina SPC, año 2013.	202
Anexo 86: Aplicación indicador IMP en máquina SPC, año 2013.	202
Anexo 87: Aplicación indicador IMC en máquina SPC, año 2013.	203
Anexo 88: Aplicación indicador MTBF en máquina SPC, año 2014.	203
Anexo 89: Aplicación indicador MTTR en máquina SPC, año 2014.	203
Anexo 90: Aplicación indicador D. por Avería en máquina SPC, año 2014.	203
Anexo 91: Aplicación indicador IMP en máquina SPC, año 2014.	204
Anexo 92: Aplicación indicador IMC en máquina SPC, año 2014.	204
Anexo 93: Aplicación indicador MTBF en máquina Planeta, año 2013.	204
Anexo 94: Aplicación indicador MTTR en máquina Planeta, año 2013.	204
Anexo 95: Aplicación indicador D. por Avería en máquina Planeta, año 2013.	205
Anexo 96: Aplicación indicador IMP en máquina Planeta, año 2013.	205
Anexo 97: Aplicación indicador IMC en máquina Planeta, año 2013.	205
Anexo 98: Aplicación indicador MTBF en máquina Planeta, año 2014.	205
Anexo 99: Aplicación indicador MTTR en máquina Planeta, año 2014.	206
Anexo 100: Aplicación indicador D. por Avería en máquina Planeta, año 2014.	206
Anexo 101: Aplicación indicador IMP en máquina Planeta, año 2014.	206

Anexo 102: Aplicación indicador IMC en máquina Planeta, año 2014.	206
--	-----

Glosario.

Activos físicos: Corresponde al conjunto de elementos propiamente de la máquina que aseguran su correcto funcionamiento.

Área de Impresión: Es el sector donde se encuentran las máquinas que imprimen el diseño requerido por la empresa.

Bitácoras: Son los libros que llevan un registro del funcionamiento completo de cada máquina de la planta.

Bobinas: Se refiere a los rollos de papel que ingresan a las máquinas rayadoras con el fin de ser cortados para formar parte de las hojas interiores del producto terminado.

Carátulas: Corresponde a la parte frontal y posterior del producto elaborado.

Categoría de la máquina: Clasificación que se hace de acuerdo a la importancia o relevancia que tiene cada máquina en la empresa.

Centro de Distribución (CD): Es el lugar donde se reciben los productos terminados de la planta para luego ser enviados a una sala de ventas o entregados directamente a los clientes. Se encuentra ubicado en Santiago.

Costo MOD: Costo asociado a la producción en cada una de las máquinas de impresión. Involucra Mano de Obra que opera en la máquina, categoría de la máquina y el producto que se está fabricando (independiente del tipo de producto).

Contexto operacional: Es el conjunto de circunstancias en las que se espera que opera un activo físico o sistema.

Disponibilidad operacional: Corresponde al tiempo en que la máquina se encuentre operativa para su funcionamiento.

Espiralado: Es el proceso de colocar espirales a los productos que lo requieran.

Grapado: Proceso que ocurre cuando las máquinas corchetean el material.

Índice de mantenimiento correctivo (IMC): Es el indicador que relaciona las horas dedicadas a mantenimiento correctivo de acuerdo a las horas totales de mantenimiento.

Índice de mantenimiento preventivo (IMP): Es el indicador que muestra el porcentaje de horas invertidas en mantenimiento preventivo sobre las horas totales de mantenimiento.

Insumos: Corresponden a todos los componentes que permiten el correcto funcionamiento mecánico de las máquinas (Ejemplo: Grasa, solvente, agua, etcétera).

Industrias manufactureras: Son todas las empresas que por su actividad, transforman las materias primas en productos elaborados (manufacturados) con un determinado valor agregado, para su distribución y consumo.

Mantenibilidad: Es la capacidad de un elemento, bajo determinadas condiciones de uso, para conservar o ser restaurado a un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo determinadas condiciones y usando procedimientos y recursos establecidos.

Materias primas: Corresponden a todos los elementos que se procesan en las máquinas para formar parte del producto elaborado.

Mixear colores: Es el proceso que tiene la máquina Duplo para intercalar diferentes colores en un determinado producto como para fabricar un set de papeles lustre por ejemplo.

Modo de falla oculto: Se refiere a un modo de falla que no es evidente por sí mismo para los operarios en circunstancias normales.

Pallets: Se refiere al conjunto de productos terminados que se encuentran embalados en cajas, rotulados y sellados para su distribución y consumo.

Piegos: Se refiere a las láminas de papel o cartón que se procesan en las máquinas con las dimensiones necesarias para el producto que se desea fabricar.

Repuestos: Son los elementos que se deben utilizar para realizar las tareas propuestas que se desarrollan en la metodología RCM II.

Tareas proactivas: Son las tareas que se realizan antes de que ocurra una falla. Son parte del mantenimiento preventivo y se desarrollan en el Diagrama de Decisión RCM II.

Tarimas: Se refieren a las bases de madera que soportan los lotes de pliegos a procesar y los pallets para el caso de los productos terminados.

Termolaminado: Es el proceso en el que los pliegos son plastificados con el fin de aumentar su grosor y resistencia.

Tiempo de limpieza: Corresponde al tiempo en el que se realiza aseo general en la máquina.

Tiempo medio entre fallos (MTBF): Es el indicador que establece la relación entre las horas totales del período de tiempo analizado y el número de fallas detectadas en ese período. Permite conocer la frecuencia en que ocurren las averías.

Tiempo medio para la reparación (MTTR): Corresponde al indicador que relaciona el tiempo total de detenciones imprevistas con el número total de fallos detectados en el período de tiempo determinado. Permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución.

Tiraje de pliegos: Acción de ingresar pliego por pliego a las máquinas de la planta.

Unidades: Realizan una sucesión de operaciones de diseño, producción y distribución integradas en la cadena productiva. Estas son Bodegas, Áreas o Departamentos.

Unidades de barniz: Son los componentes de las máquinas de impresión que permiten realizar el barnizado y el entintado adecuado para los pliegos que se procesan. Cada unidad contiene un tipo de color diferente.

Usuarios: Se refieren a los encargados de que la máquina se encuentre en correcto funcionamiento.

Resumen.

El principal problema que presenta la planta de la empresa Productos Torre S.A. es que no cuenta con un programa de mantenimiento establecido para sus máquinas. Es por esto que en el siguiente trabajo de titulación se desarrolla una propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa. Para ello, se elabora un levantamiento de procesos en dicha área, realizando entrevistas y conversaciones con el personal encargado del Departamento de Producción, maestros, operarios y temporeros de las máquinas en análisis; los cuales otorgaron información técnica de las máquinas y señalaron el problema en cuestión sobre el escaso mantenimiento programado. Esto además fue corroborado con los datos obtenidos de las bitácoras.

Posterior a esto, se lleva a cabo el análisis operacional del Área escogida de la empresa, registrando toda la información asociada al funcionamiento de las máquinas de impresión, mediante la utilización de sus bitácoras correspondientes. Dentro de esta información, se destaca el registro de todos los modos de falla existentes con sus tiempos respectivos en el período establecido desde Septiembre del 2013 hasta Diciembre del mismo año. Gracias a estos datos se estima la disponibilidad operacional.

Luego, se desarrolla la primera etapa de la metodología RCM (etapa de información) para cada modo de falla registrado durante el período determinado y mediante un análisis de impacto cada falla se evalúa, con el fin de seleccionar las que generan un mayor impacto en la disponibilidad operacional de las máquinas de impresión. Posteriormente, las fallas escogidas se someten a análisis en la segunda etapa de la metodología RCM (etapa de decisión), con la finalidad de asignarles tareas propuestas que permitan evitar su ocurrencia.

Finalmente, se elabora la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa para el año 2014, seleccionando el turno en el que se va a desarrollar, realizando una planificación de los períodos en que se llevará a cabo y elaborando un plan de repuestos para ese año. Este plan fue evaluado mediante la estimación de la disponibilidad operacional para el período establecido del año 2014 y el análisis de sus costos.

Introducción.

El presente trabajo de título se desarrolla en el departamento de producción de la empresa Productos Torre S.A. Esta área presenta tres grandes actividades: planificación de la producción, programación de operaciones y la posterior realización de esta. Para poder realizar este último ítem se necesitan tres recursos fundamentales: materias primas, mano de obra y máquinas; siendo este último el aspecto a tratar en este proyecto.

Las máquinas y todo tipo de equipos son elementos fundamentales para la producción, por lo tanto estas requieren de gran atención por parte de la dirección. Su objetivo es que fabriquen productos de calidad, de manera que se mantenga la competitividad de la empresa. Es por esto que es necesario que el departamento de producción incluya un sistema de mantenimiento, con el fin de garantizar una productividad constante. Las máquinas están continuamente vulnerables o sometidas a situaciones de riesgo si no existe un mantenimiento; el hecho de que las máquinas alcancen un mayor grado de confiabilidad y productividad depende en gran medida del mantenimiento y todos sus componentes.

El mantenimiento es un concepto que se encuentra presente desde el origen del ser humano. Toda máquina o equipo creado por el hombre requiere de cierto tipo de mantenimiento debido a su constante uso, al paso del tiempo o a factores externos, lo que provoca un deterioro en estos.

A partir de los años 40 se profundiza el concepto de mantenimiento, dando comienzo a la primera generación del mantenimiento, la cual consistía en realizar este sustento cuando se producía un fallo, es decir, sólo se utilizaba un mantenimiento correctivo.

Luego, entre los años 1950 y 1980 nace la segunda generación que abarca una mayor disponibilidad, vida de operación y menores costos de mantenimiento. Para ello, se utilizaban técnicas como la realización de revisiones periódicas, el uso de grandes equipos, sistemas de control y planificación del mantenimiento.

En el transcurso de la década de los 90, los desarrollos alcanzados en la tercera generación del mantenimiento incluyeron las siguientes técnicas de mantenimiento:

- Herramientas de soporte para la toma de decisiones, tales como el estudio de riesgo, análisis de modos de falla y sus efectos, y sistemas expertos.
- Diseño de equipos, haciendo un énfasis en la mantenibilidad de estos.
- Un drástico cambio en el modo de pensar de la organización hacia la participación, trabajo en grupo y flexibilidad.
- Nuevos métodos de mantenimiento, como el monitoreo a condición, el cual consiste en determinar el estado de la maquinaria durante su funcionamiento con el fin de reparar los componentes problemáticos antes de que se produzca una falla.

Actualmente, el enfoque se centra en la eliminación de fallas utilizando técnicas proactivas. No sólo se requiere eliminar las consecuencias de la falla, sino que se debe encontrar la causa de ésta para solucionarla y así evitar que se repita.

Debido a las condiciones actuales de mercado y los avances tecnológicos, las organizaciones están obligadas a implementar una correcta gestión de sus tecnologías, con el objetivo de garantizar el mejor funcionamiento de sus equipos minimizando sus costos. Dichos costos están ligados al correcto aprovechamiento de la mano de obra que operan los equipos (es decir, que el trabajador desempeñe el rol para el cual fue asignado) y el costo que se suprime por mantener las máquinas adecuadamente (de esta forma será mucho menor el impacto si la máquina se detiene en un tiempo programado, a diferencia de que se mantenga de manera correctiva). Estos dos aspectos están asociados directamente con el mantenimiento y permiten disminuir o evitar el costo de no producir (costo de no vender un producto).

El mantenimiento tiene la misión de mejorar la infraestructura productiva de la organización, entregando los productos o servicios en el tiempo indicado, con la calidad solicitada y la cantidad proyectada. Esto permite una confiabilidad del sistema productivo, disponibilidad de los equipamientos, seguridad del personal y medio ambiente.

El propósito de este trabajo de título es demostrar la importancia que tiene para el Departamento de Producción de la empresa Productos Torre S.A. establecer un mejoramiento a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión, con el fin de reducir los tiempos de detención producto de paradas imprevistas, aumentando la vida útil de sus máquina, manteniendo estas en condiciones óptimas para su funcionamiento. El período para desarrollar esta propuesta abarca íntegramente el año 2014 (desde Enero hasta Diciembre).

Capítulo 1: Descripción de la empresa.

1.1 Productos Torre S.A.

1.1.1 Historia de la empresa.

Productos Torre S.A. es una empresa fundada hace 125 años con el nombre de “Schauenburg” por inmigrantes alemanes y que dio sus primeros pasos en Valparaíso, Chile. Sus primeros propietarios tomaron dos definiciones clave como unidad productiva: enfocarse en los productos derivados del papel y expandir la empresa hacia la capital (Santiago, Chile). Con el paso del tiempo se decidió cambiar el nombre de la empresa para que la marca tuviera competitividad en el mercado nacional y debido a que la palabra Schauenburg en español significa castillo o fortaleza es que la empresa pasó a llamarse “Torre”. En el año 1937 la empresa comenzó a fijar sus primeras estrategias comerciales, las que fueron claves para surgir en el ámbito del Marketing.

En 1946 se construyó una planta ubicada en Viña del Mar, la cual fabricaba cuadernos, artículos metálicos y elementos de escritorio como perforadores y corcheteras, entre otros.

En los años 70 la marca Torre comienza a exportar productos al país de Argentina, iniciando su primera travesía al mercado internacional. Actualmente distribuye productos a países como Ecuador, Colombia y México. En el año 1983 la empresa se lanza a realizar publicidad mediante promociones por televisión y comienzan a fabricar cuadernos con tapas de distintos colores: el rojo para los cuadernos de matemáticas, azul para los de composición y verde para los croquis. Además, en este mismo período se obtienen las primeras licencias de marcas importantes como Disney.

Luego, en el año 1985 la empresa compra la marca Colón. Tiempo después ocurre lo mismo con la marca Auca y con la adquisición de las maquinarias de la marca Austral.

Actualmente Productos Torre S.A. cuenta con una instalación en Quilicura donde se encuentra la gerencia general, el área Comercial, de Ventas y de Diseño, mientras que su planta de Producción se encuentra en Quillota, junto con el área de Desarrollo y Recursos Humanos.

1.1.2 Misión y visión.

Misión.

“Satisfacer antes y mejor que la competencia en forma sustentable, con nuestras marcas, las necesidades de soporte de los consumidores, a través de los clientes; en los ámbitos de la educación, organización y creatividad. Basándonos en una cultura de alto rendimiento, valorando a nuestros colaboradores y siendo socialmente responsables”.

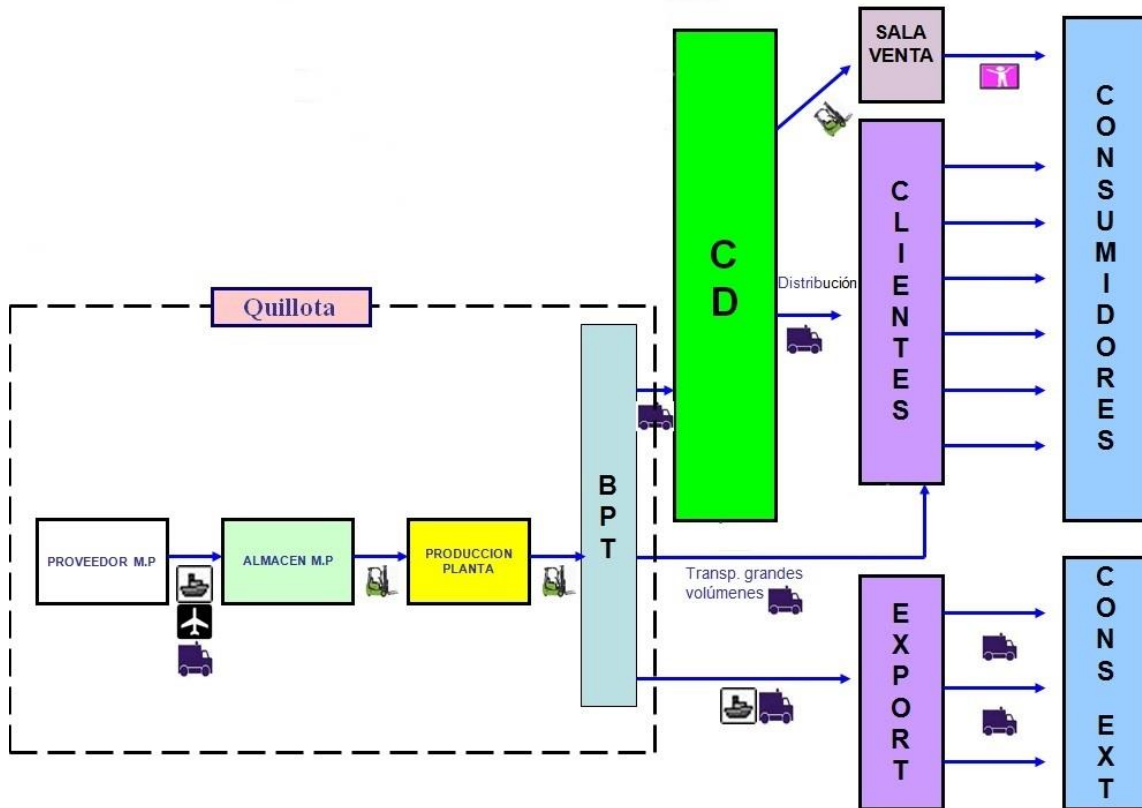
Visión.

“Ser reconocidos en el mercado como una compañía líder, innovadora, con productos de alta calidad, óptimo servicio, con rentabilidad y crecimiento superiores a la industria”.

1.1.3 Cadena de suministros.

Para analizar en profundidad el tratamiento, transporte y funcionamiento de la empresa desde que llegan las materias primas a la planta hasta que son entregados los productos terminados a los clientes, en la figura 1.1 se presenta la siguiente cadena de suministros:

Figura 1.1: Cadena de suministros de la empresa.



Fuente: Servicio Intranet de Productos Torre.

Los proveedores entregan las materias primas e insumos a la planta de Productos Torre S.A ubicada en Quillota en donde estas son almacenadas en la Bodega de Materias Primas y después son trasladadas mediante grúas horquillas al área de Producción de la planta; con la finalidad de poder procesar esta materia, utilizar los insumos y fabricar los productos que son enviados a la Bodega de Productos Terminados (BPT).

Luego los productos terminados son destinados de distintas maneras: pueden ser enviados a un Centro de Distribución (CD) ubicado en Santiago, entregados directamente a los clientes o pueden ser exportados.

Cuando los productos terminados son trasladados mediante camiones al Centro de Distribución, estos pueden ser dirigidos a la Sala de Ventas (también ubicada en Santiago) o

entregados a los clientes (generalmente empresas), para luego de ser adquiridos por los consumidores, que pueden ser estudiantes escolares, universitarios, trabajadores de una oficina, etc.

En el caso de que los productos sean entregados directamente a los clientes, estos son transportados en grandes volúmenes mediante camiones a las empresas, con el fin de venderlas en el mercado a los consumidores.

Cuando los productos terminados son exportados, estos se almacenan en grandes containers y son enviados mediante buques al extranjero, para poder ser adquiridos por los consumidores externos.

1.1.4 Productos de producción y comercialización.

Los productos que la empresa en la actualidad ingresa al mercado, están divididos en dos áreas: el área escolar y el área de oficina. Luego, estas categorías se sub-dividen en productos de producción y comercialización, y productos sólo de comercialización los cuales no se fabrican en la planta.

En la tabla 1.1 se muestran los tipos de productos que la empresa distribuye con sus correspondientes marcas y categorías:

Tabla 1.1: Productos que distribuye la empresa.

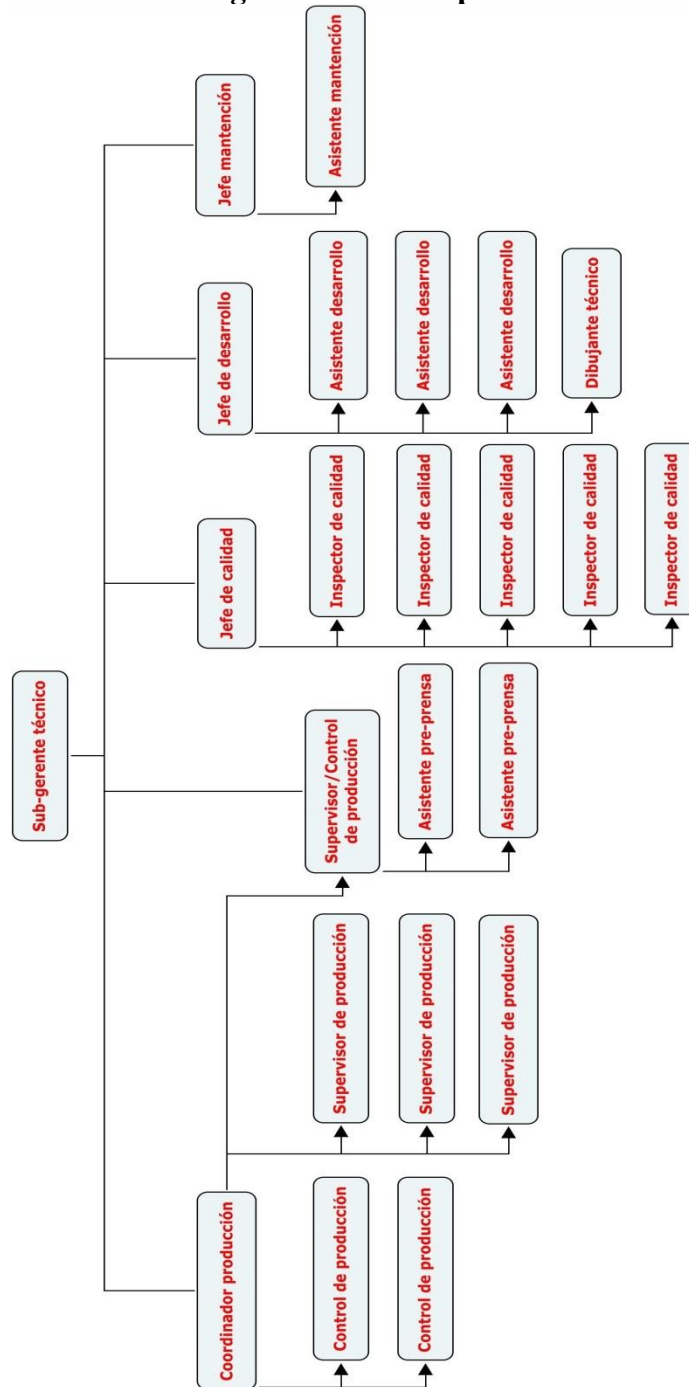
Marcas	Área escolar	Área de oficina
Torre	Producción comercialización: -Cuadernos Torre -Libretas -Forros -Blocks de dibujo -Croqueras -Bolsones -Blocks de dibujo	Producción comercialización: -Archivadores -Carpetas -Libros de registro -Blocks
	Comercialización: -Lápices -Plumones -Gomas de borrar -Plasticinas -Tijeras y cuchillos cartoneros -Sticks y siliconas -Cola fría y glitter	Comercialización: -Corcheteras -Perforadoras -Clips -Corchetes -Accesorios fijar -Tijeras y cuchillos -Push pins Soho -Destacadores -Marcadores -Lápices gel -Bolígrafos -Correctores
Colón	Producción comercialización: -Cuadernos Colón -Block de apuntes	Producción comercialización: -Archivadores -Carpetas colgantes -Block de apuntes
		Comercialización: -Corchetes -Sujetador plateado -Cajas archivo -Corcheteras y perforadoras -Caja corchetes
Auca	Producción comercialización: -Cuadernos Auca -Carpetas plastificadas -Block de apuntes	Producción comercialización: -Archivadores plastificados -Libros de contabilidad -Carpetas pvc y vinil
		Comercialización: -Corcheteras y perforadoras -Sujetadores y clips

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

1.2 Planta Productos Torre.

1.2.1 Estructura organizacional planta Productos Torre.

Figura 1.2: Estructura organización de la planta de Productos Torre.



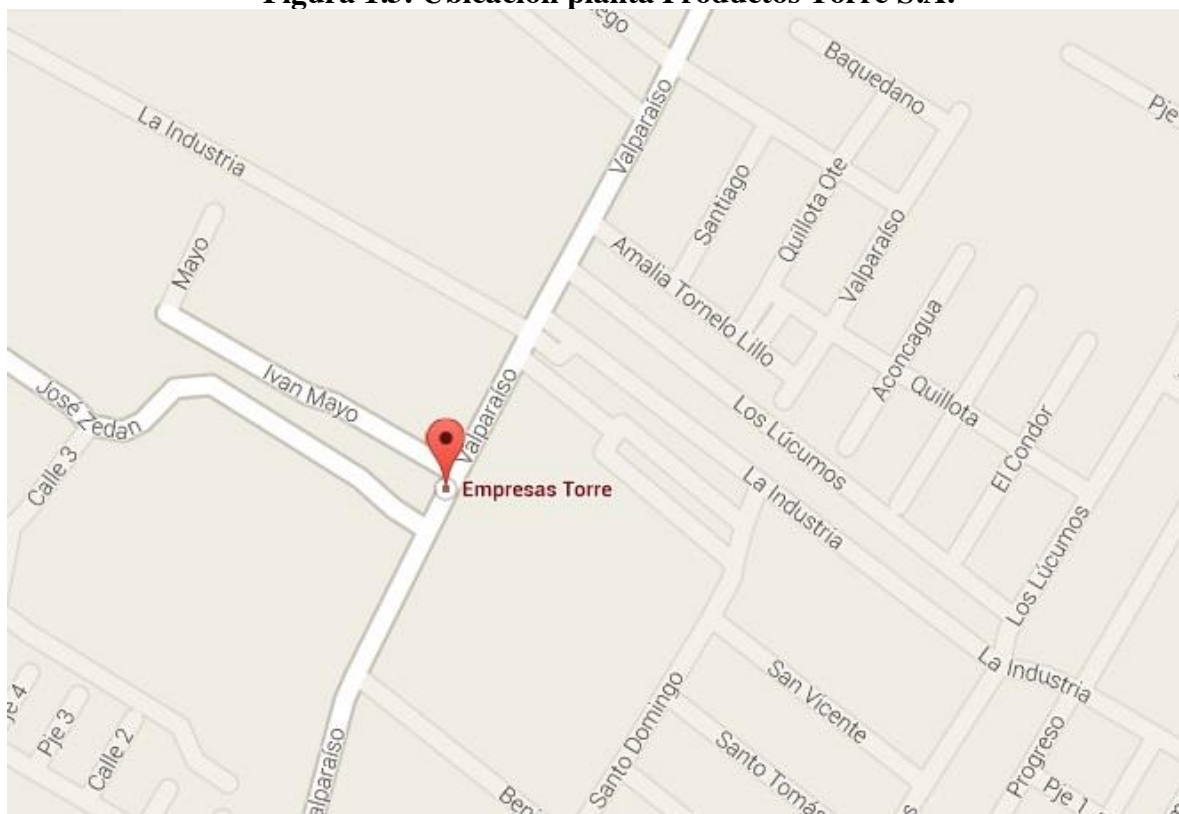
Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

La planta de Productos Torre S.A. está dirigida por el Sub-gerente técnico, quien es el responsable de la gestión de la fábrica. Para esto cuenta con un equipo encargado de administrar los Departamentos de Producción, Control de Calidad, Desarrollo y Mantención.

1.2.2 Ubicación planta Quillota.

La planta de producción de la empresa Productos Torre S.A. se encuentra ubicada en la avenida Valparaíso, #1610, Quillota. En la figura 1.3 se muestra el plano de su ubicación:

Figura 1.3: Ubicación planta Productos Torre S.A.



Fuente: Elaboración propia, a través de la herramienta Google Maps.

1.2.3 Condición actual de funcionamiento de las máquinas en el Área de Impresión.

El Área de Impresión de la planta es la más importante para la empresa, debido a que es allí donde se inicia todo el proceso de confección del producto. Si no se tiene la impresión del diseño requerido (de acuerdo al programa de planificación productivo) para los cuadernos, blocks, archivadores, etcétera no se puede obtener un producto terminado. En conclusión, este sector es la base para la fabricación de cualquier producto. Esta área consta de las siguientes máquinas:

- Nombre: SPC -102.
Año de adquisición: 2009.
Se encarga de imprimir de acuerdo al diseño y colores requeridos utilizando cinco unidades de impresión.

Tabla 1.2: Cantidad por puesto de trabajo para máquina SPC.

CANTIDAD POR PUESTO DE TRABAJO								
MÁQUINA	MAESTRO	1º AYUDANTE	2º AYUDANTE (TEMPORERO)	TORNOS	PERSONAL DE PLANTA	TOTAL PERS. DE PLANTA	PERSONAL PLAZO FIJO	TOTAL PERSONAL PLAZO FIJO
SPC	1	1	1	3	2	6	1	3

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Figura 1.4: Ilustración máquina SPC.



Fuente: Herramienta Google Imágenes.

- Nombre: Planeta Varimat.
Año de adquisición: 1987.
Se encarga de imprimir de acuerdo al diseño y colores requeridos utilizando cuatro unidades de impresión.

Tabla 1.3: Cantidad por puesto de trabajo para máquina Planeta.

CANTIDAD POR PUESTO DE TRABAJO								
MÁQUINA	MAESTRO	1ºAYUDANTE	2ºAYUDANTE (TEMPORERO)	TORNOS	PERSONAL DE PLANTA	TOTAL PERS. DE PLANTA	PERSONAL PLAZO FIJO	TOTAL PERSONAL PLAZO FIJO
PLANETA	1	1	1	3	2	6	1	3

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Figura 1.5: Ilustración máquina Planeta.



Fuente: Herramienta Google Imágenes.

- Nombre: Sord-Z.
Año de adquisición: 1990.
Se encarga de imprimir de acuerdo al diseño y colores requeridos utilizando dos unidades de impresión.

Tabla 1.4: Cantidad por puesto de trabajo para máquina Sord-Z.

CANTIDAD POR PUESTO DE TRABAJO								
MÁQUINA	MAESTRO	1ºAYUDANTE	2ºAYUDANTE (TEMPORERO)	TURNOS	PERSONAL DE PLANTA	TOTAL PERS. DE PLANTA	PERSONAL PLAZO FIJO	TOTAL PERSONAL PLAZO FIJO
SORD-Z	-	1	-	2	1	2	-	-

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Figura 1.6: Ilustración máquina Sord-Z.



Fuente: Herramienta Google Imágenes.

1.2.4 Diagrama proceso productivo.

La tabla 1.5 muestra las unidades que componen la cadena productiva de la planta de la empresa Productos Torre S.A.:

Tabla 1.5: Unidades de cadena productiva, planta Productos Torre S.A.

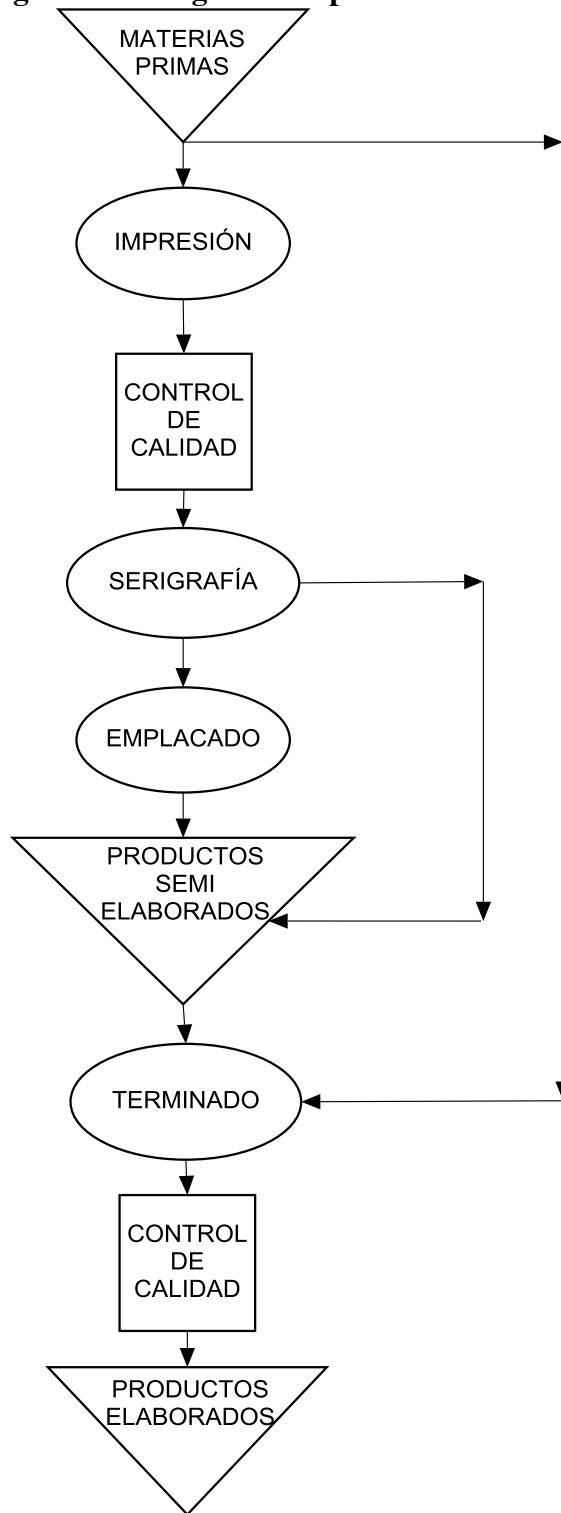
UNIDAD	TIPO	FUNCIÓN
BODEGA	MATERIAS PRIMAS	Almacena las materias primas requeridas para la producción.
	PRODUCTOS SEMI ELABORADOS	Almacena los productos provenientes desde: 1.- Áreas de serigrafía y emplacado. 2.- Bodega de materias primas. 3.- Departamento de control de calidad.
	PRODUCTOS ELABORADOS	Almacena los productos derivados del departamento de control calidad. Etapa final de la cadena productiva.
ÁREA	IMPRESIÓN	Imprime de acuerdo al diseño y color requerido.
	SERIGRAFÍA	Agrega valor a las carátulas mediante procesos de: 1.- Termolaminado. 2.- Barnizado. 3.- Adición de brillos y/o relevies.
	EMPLACADO	Adhiere una tapa gruesa a la carátula.
	TERMINADO	Realiza las siguientes funciones: 1.- Rayado de bobinas. 2.- Une carátulas con hojas (a través de espiralado, grapado y cosido). 3.- Coloca bordes metálicos en archivadores. 4.- Mixea colores de papeles lustre.
DEPARTAMENTO	CONTROL DE CALIDAD	Certifica que la realización del producto sea acorde a los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

En las figuras 1.7, 1.8, 1.9 y 1.10 se detalla el proceso productivo para elaborar cada tipo de producto.

En la figura 1.7 se puede ver que existen materias primas que se procesan directamente en el Área de Terminado, ya que el material es ingresado a máquinas que elaboran por completo los cuadernos. Además existen cuadernos que no ingresan al Área de Emplacado, los cuales son los que no se les adhiere tapa gruesa en sus carátulas.

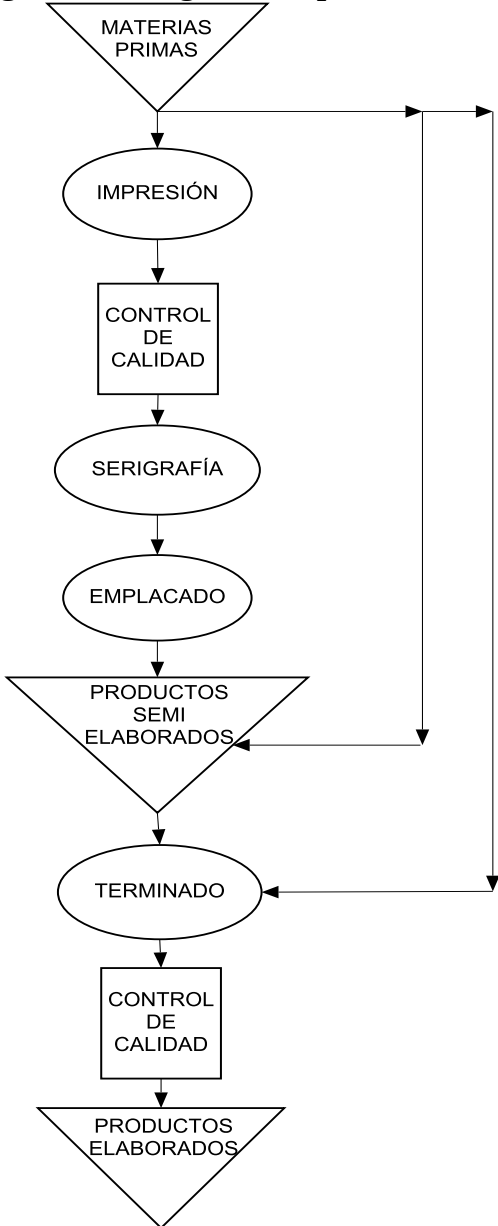
Figura 1.7: Diagrama de proceso cuadernos.



Fuente: Elaboración propia.

Como se ilustra en la figura 1.8, existen materias primas que son llevadas directamente a la Bodega de Productos Semi Elaborados; estas son las hojas en blanco que se utilizan para la confección de los blocks de dibujo y el cartón piedra que se coloca en la parte posterior de estos. Por otra parte, las materias primas enviadas directamente al Área de Terminado se procesan en una máquina que elabora por completo los blocks.

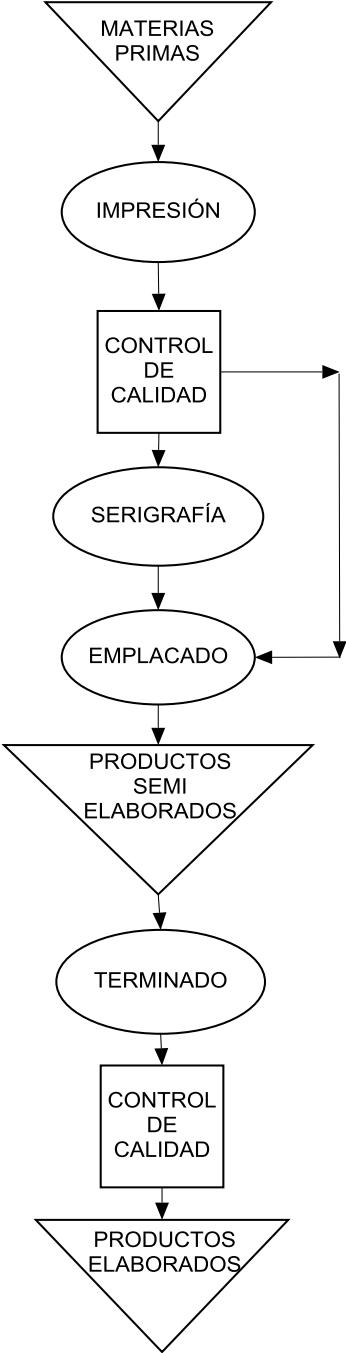
Figura 1.8: Diagrama de proceso blocks.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la figura 1.9, existen productos que no ingresan al Área de Serigrafía. Esto ocurre para la fabricación de archivadores de marca Auca, los cuales son de menor costo y calidad.

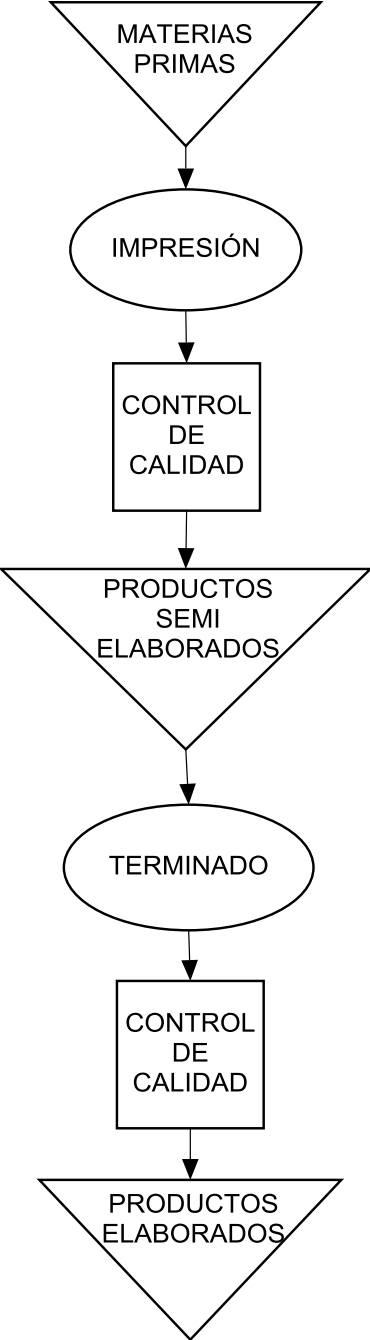
Figura 1.9: Diagrama de proceso archivadores.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 1.10 se puede apreciar que para los productos de Arte Color existe una sola línea para su cadena productiva.

Figura 1.10: Diagrama de proceso Arte Color.



Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2: Descripción del problema.

2.1 Descripción y justificación del problema bajo estudio.

La planta de la empresa Productos Torre S.A. es una industria manufacturera y al ser de este tipo requiere de una constante gestión de mantenimiento. El problema que presenta esta planta es que la empresa no cuenta con un programa de mantención establecido para sus máquinas y por lo tanto, no utiliza las herramientas adecuadas para el sustento de estas.

La condición actual de mantenimiento en la planta provoca un menor tiempo de disponibilidad operacional en sus máquinas (se produce debido a la detención total de la máquina en un tiempo determinado). Esto impacta en la capacidad productiva de la empresa, ya que Productos Torre S.A. es una industria que depende en su totalidad de la disponibilidad de sus máquinas para fabricar sus productos. Cabe mencionar que la planta no procesa la información registrada en las bitácoras (registros de observaciones de las máquinas), por lo cual no se ha establecido una valoración cuantitativa sobre la situación actual de esta (no existe una estimación de frecuencia de fallas de las máquinas y sus tiempos de duración, disponibilidad operacional de estas y costos de no producir). Además, al revisar las bitácoras se puede observar que la empresa realiza generalmente un mantenimiento correctivo, es decir, intervenir después de que la falla ocurra; en muy pocas ocasiones emplea un mantenimiento preventivo (intervenir para prevenir ocurrencias de fallas), cuentan con un nulo mantenimiento predictivo (cuando cierta condición es alcanzada) y carecen de un procedimiento para establecer un mantenimiento programado.

Como se puede ver en la transcripción de la bitácora (tabla 2.1) en el recuadro rojo, en la fecha 11 de Noviembre se detecta una falla con el polín de tambor almacén. Esto provoca la detención de la máquina, por lo que el operario indica que se debe realizar un Parte de Mantención (término denominado por la empresa). Sin embargo, estas partes corresponden a un tipo de mantenimiento correctivo, ya que las actividades de mantención como los ajustes, cambios y limpiezas, se realizan sólo tras haber ocurrido la avería. Además, en la parte inferior de la tabla 2.1 se puede ver que si el problema persiste la empresa debe llamar a

técnicos y mecánicos externos, lo que perjudica considerablemente en la rentabilidad de la empresa.

Tabla 2.1: Transcripción de bitácora máquina SPC.

Fecha	Turno	Producto	O.F.	Pedido	Marcador		Tiempo de cambio		Tiempo productivo		Tiempo improductivo		Observaciones
					Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	
10-09-2013	JM	F. EXT. TORRE	163828	8647	0	23:40	00:00	-	-	-	-	Vig. Control de Calidad	
11-09-2013	MG	F. EXT. TORRE	163828	8647	0	5655	-	00:00	02:00	-	-	-	Colación
								-	-	02:00	02:30	-	Espera corte material
								03:00	03:20	-	-	-	Problemas con polin de tambor almacén. Pliego se cae. Parte de mantención 4094
11-09-2013	MG	MANTENCIÓN						-	-	03:20	05:25	-	Se lava máquina
11-09-2013	ER	MANTENCIÓN						08:00	16:00	-	-	-	Parte de mantención 4094. Persiste problema con polin de tambor almacén
11-09-2014	JM	MANTENCIÓN						16:00	00:00	-	-	-	Se llama a mecánicos externos

Fuente: Extracto de fotografía tomada en planta Productos Torre.

2.2 Objetivos.

2.2.1 Objetivo General.

Diseñar una propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. a través de un plan de mantenimiento.

2.2.2 Objetivos Específicos.

- Realizar un levantamiento de procesos en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.
- Analizar la condición operacional de los equipos que componen el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.
- Diseñar un método para seleccionar las fallas funcionales críticas en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.
- Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos del Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.
- Evaluar el plan de mantenimiento propuesto para los equipos del Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.

2.3 Resultados esperados.

En función de los objetivos específicos los resultados esperados son:

- Mejorar el sistema de gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. y aumentar el tiempo de disponibilidad operacional de

sus máquinas tras disminuir los tiempos muertos producto de detenciones imprevistas.

- Lograr que el plan de mantenimiento propuesto entregue soluciones razonables y aplicables en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.

Capítulo 3: Estado del arte.

3.1 Mantenimiento.

3.1.1 Definiciones de mantenimiento.

El mantenimiento es una actividad primordial para toda máquina o instalación con la finalidad de asegurar la continuidad de sus funciones, de acuerdo a los requerimientos de la empresa. Estas son sus principales definiciones:

- Efecto de mantener o mantenerse / Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente. [Real Academia Española].
- Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. [Federación Europa del Mantenimiento].
- Acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto periódico como permanente, preventivo y correctivo. [Aguilera 2011 pág. 205].

3.1.2 Tipos de mantenimiento.

- **Mantenimiento Correctivo:** Se emplea cuando la falla ocurre de manera imprevista. Su principal objetivo es reparar el defecto lo más rápido posible y al menor costo posible. [Montaña 2006 pág. 23].

- **Mantenimiento Preventivo:** Se refiere a cuando se realizan ajustes, reparaciones, cambios, etc. de piezas del equipo en un tiempo prefijado y sin importar su estado, basándose en el hecho de que las partes de una máquina se gastan o se vencen en forma desigual y por tanto, estos deben tratarse en forma racional. Su finalidad es disminuir la probabilidad de daños y pérdidas de producción en el sistema. Se realiza de forma planificada, mediante un programa de actividades previamente establecido que incluye acciones como reparación y revisión de piezas, con el fin de anticiparse a una presencia de fallas en el equipo. [Gardella 2009 pág. 49].
- **Mantenimiento Predictivo:** Consiste en realizar mediciones, ensayos o inspecciones periódicas en el sistema para conocer el estado real de las máquinas y sus componentes. Generalmente se aplica a las partes más costosas de un equipo o a las que no se les pueden permitir fallar de forma imprevista, ya que estas pueden generar riesgos a la integridad del personal o pueden causar daños de elevados costos. Las inspecciones de este tipo de mantenimiento se realizan mientras el sistema se encuentre en funcionamiento. [Gardella 2009 pág. 50].
- **Mantenimiento Programado:** Es similar al Mantenimiento Preventivo con la diferencia de que este método se basa en el supuesto de que todas las partes de una máquina se desgastan en el mismo período de tiempo y de la misma forma, independiente de las condiciones en las cuales se realiza el trabajo. Para realizar este tipo de mantenimiento se lleva a cabo un estudio detallado de cada equipo que compone la planta productiva, con el fin de identificar las piezas que se deben cambiar o reparar y determinar el período en el que se harán dichas acciones. [Montaña 2006 pág. 24].

3.1.3 Objetivos del mantenimiento.

- Minimizar los costos que resultan producto de las detenciones de cada máquina, ya sea por alguna avería o por errores del personal, las cuales provocan pérdidas de producción o la disminución de esta en una empresa. [Gardella 2009 pág. 25]
- Reducir el tiempo de paralización de los equipos que afectan la producción. [Espinosa 2012].
- Aumentar la vida útil de los activos, utilizando la mínima cantidad de recursos. [Espinosa 2012].
- Mantener los activos de la empresa en las mejores condiciones de funcionamiento, con alto nivel de confiabilidad y al menor costo posible. [Espinosa 2012].

3.1.4 Mantenimiento en plantas manufactureras.

El concepto de plantas manufactureras se emplea desde la década del 50, es allí donde el mantenimiento se expande hacia este rubro, con el fin de obtener un desarrollo productivo, produciendo en masa para satisfacer las necesidades de la gente. Para lograr un correcto funcionamiento de las plantas manufactureras y una alta competitividad, se comienzan a construir maquinarias más complejas para aumentar las velocidades y rendimiento de la producción, por lo tanto, este tipo de máquinas necesitan intervenciones de mantenimiento. Esto ocurre por primera vez en Japón cuando se implanta en la industria manufacturera Toyota, la cual se basó en las filosofías corporativas de “cliente primero” y “calidad primero”, contribuyendo a una mayor calidad del producto, calidad del trabajo y mejorando la vitalidad de las personas. Para ello, la empresa Toyota utilizó la metodología Gestión de la Calidad Total (TQM), la cual se basa en la búsqueda de satisfacción del cliente, proporcionando valor al producto o servicio destinado al consumidor.

Luego en las décadas de los 60 y 70 surge el Mantenimiento Productivo Total (TPM), creado por la empresa Nippondenso en el año 1961. Esta metodología es un sistema que cuenta con diferentes métodos de análisis como el diagrama de Causa Efecto (creado por Kaoru Ishikawa) o el análisis de Kano y está destinado a lograr la eliminación de grandes pérdidas de los equipos, con tal de poder hacer factible la producción en el momento preciso. El Mantenimiento Productivo Total (TPM) incorpora el concepto de Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción y requiere de la participación activa de todas las personas que componen la organización. Además agrega conceptos como el mantenimiento preventivo y mejoras de mantenibilidad.

Dentro de este período, específicamente en los años 60 nace en el Reino Unido el concepto de Terotecología, el cual mediante estudios y análisis demuestra que aproximadamente el 80% de los costos de mantenimiento y producción de un activo en la industria se determinan en el Departamento de Ingeniería. Esto hace que surja el término llamado Prevención del Mantenimiento, la cual relaciona directamente las técnicas del mantenimiento con la ingeniería como por ejemplo, el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). [Gardella 2009 pág. 38 a 44], [Toyota Global 2012], [Hormech 2011], [Dávila 2011].

3.2 Confiabilidad.

3.2.1 Definiciones de confiabilidad.

La confiabilidad es una condición importante para un sistema, ya que es el resultado de la aplicación de técnicas y metodologías necesarias para la optimización del uso de los activos fijos. Estas son sus principales definiciones:

- Capacidad que tiene una máquina de realizar sus funciones de manera prevista. [Soporte y Compañía 2012 pág. 2].

- Probabilidad de que un equipo cumpla con sus funciones sin incidentes por un período de tiempo determinado y bajo las condiciones adecuadas. [Soporte y Compañía 2012 pág. 2].
- Capacidad de una instalación o sistema (integrado por procesos, tecnología y personas), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. [Soporte y Compañía 2012 pág. 2].

3.2.2 Objetivos de confiabilidad.

- Aplicar los conocimientos de ingeniería para prevenir o reducir la frecuencia de las fallas. [IMR Consulting 2013].
- Identificar las causas de las fallas graves o repetitivas (determinando frecuencia y tiempo de duración). [IMR Consulting 2013]
- Estudiar, analizar y aplicar las técnicas de fiabilidad capaces de prever el comportamiento funcional de los sistemas mecánicos, identificando sus posibles anomalías, evaluando sus consecuencias y estableciendo las adecuadas medidas correctoras. [IMR Consulting 2013].

3.3 Relación de confiabilidad con el mantenimiento.

Existen diversos factores que permiten lograr una mayor productividad en las empresas manufactureras. Estos son:

1. Planificación adecuada de la producción.
2. Disponibilidad de materias primas para los productos que se quieren realizar y en el tiempo que se solicitan.

3. Supervisión adecuada del trabajo realizado en la planta productiva.
4. Personal calificado para operar las máquinas.
5. Ambiente que permita el desarrollo adecuado de las labores a realizar por los trabajadores.
6. Gestión de mantenimiento apropiada.

Este último factor será el tema a desarrollar en este proyecto de título, con el fin establecer un plan de mantenimiento que mejorará la disponibilidad de las máquinas, en cuanto al tiempo de operabilidad de éstas.

Es por esto que los constantes y complejos cambios que experimenta el mantenimiento a nivel organizacional, tecnológico, económico y humano deben ser enfrentados de forma eficiente y rápida utilizando los principios de confiabilidad. Las variables de este concepto están directamente relacionadas con el mantenimiento, como el tiempo en funcionamiento correcto o la cantidad de fallas en una máquina y pueden ser aplicables a diferentes metodologías como el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). RCM se basa en la suposición de que la confiabilidad es esencial para un equipo o máquina y un programa de mantenimiento productivo asegura la realización de ésta.

3.4 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es un método que a lo largo de los años ha otorgado grandes resultados para las principales industrias del mundo; es por esto que se selecciona esta metodología para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. Los siguientes párrafos hacen referencia a sus principales aspectos como sus definiciones y objetivos:

3.4.1 Definiciones de RCM.

- Proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. [Moubray 2004 pág. 7].
- Método que identifica las funciones de un sistema, la forma en que esas funciones pueden fallar y que establece a priori tareas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas basada en consideraciones relacionadas con la seguridad y la economía del sistema. [Espinosa 2012].
- Metodología para determinar las actividades de mantenimiento, reactivas y proactivas, con objeto de optimizar la fiabilidad de los activos industriales, minimizando los fallos operacionales y/o sus consecuencias para la seguridad y medio ambiente, calidad, producción y mantenimiento de las instalaciones industriales. [Espinosa 2012].
- Una filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema. [Espinosa 2012].

3.4.2 Objetivos de RCM.

De acuerdo a Moubray, los objetivos de RCM son: [Moubray 2004 pág. 19 a 21].

- Eliminar o minimizar todos los riesgos identificables relacionados con la seguridad de los equipos y el ambiente, mejorando la actitud y la integridad del personal con respecto a estos temas.

- Seleccionar las formas de mantenimiento más efectivas para cada activo físico, llevando a grandes mejoras en el desempeño de éstos.
- Generar programas de mantenimiento para nuevos activos físicos, especialmente para equipos complejos que no cuentan con información histórica disponible. Esto ahorra mucho de la prueba y error que tan frecuentemente forma parte del desarrollo de nuevos programas de mantenimiento; pruebas que son frustrantes, demandan tiempo y producen errores que pueden ser muy costosos.
- Asegurar que todo lo que se gasta en mantenimiento se invierta en las áreas en las que se pueda tener mejores resultados, debido a que el RCM continuamente focaliza su atención en las actividades de mantenimiento que tienen mayor efecto en el desempeño de la planta.
- Reducir la cantidad de trabajo de rutina (en otras palabras las tareas de mantenimiento hechas cíclicamente) de cada período, habitualmente entre un 40% y un 70%. En el caso de que RCM se utilice para desarrollar un programa de mantenimiento nuevo, la carga de trabajo resultante es mucho más baja que si el programa es desarrollado con los métodos tradicionales.
- Aumentar la vida útil de componentes costosos, debido al cuidadoso énfasis en el uso de técnicas de mantenimiento a condición.
- Llevar un registro global y extensivamente documentado de los requerimientos de mantenimiento de todos los activos físicos utilizados por la organización. Esto posibilita la adaptación a circunstancias cambiantes (como cambios de modelos o aparición de nuevas tecnologías) sin tener que reconsiderar todas las políticas de mantenimiento desde un comienzo.

- Reducir los efectos de la rotación de personal, gracias a la información almacenada en las hojas de trabajo de RCM.
- Proveer una clara visión de las habilidades necesarias para mantener cada activo físico y para decidir qué repuestos deben tenerse en stock.
- Aumentar la motivación del personal, especialmente las personas involucradas en el proceso de revisión. Esto lleva a un mayor entendimiento general del activo en su contexto operacional, junto con un “sentido de pertenencia” más amplio de los problemas de mantenimiento y sus soluciones. También aumenta la probabilidad de que las soluciones perduren.
- Otorgar al personal de mantenimiento y de operaciones un mejor entendimiento de lo que el mantenimiento puede (y de lo que no puede) lograr, y qué debe hacerse para lograrlo.

3.4.3 RCM II.

La metodología RCM se comenzó a aplicar en los sectores manufactureros y de minería a comienzos del año 1980 y se utilizó una versión levemente modificada con respecto a la original entre los años 1983 y 1990. Durante este período se solicitó tratar del mismo modo los riesgos asociados al medio ambiente como a los de seguridad. Sin embargo, esto se convirtió en un tema de discusión debido a que muchos problemas ambientales que no significaban una amenaza directa para la seguridad fueron dejados de lado. Es por esto que en el año 1988 John Moubrey comenzó a trabajar con organizaciones multinacionales para desarrollar un enfoque más preciso con respecto a las fallas que tienen consecuencia en el medio ambiente, mediante el uso de estándares y regulaciones. Estos estudios y análisis culminaron en el año 1990 y al tema completo se le asignó la misma prioridad a la seguridad que al concepto de medio ambiente. Esta modificación hizo que la metodología RCM pasara a llamarse RCM II, el cual fue presentado en Septiembre del mismo año.

La metodología RCM II ha sido aplicada en más de 1.000 plantas en 41 países de empresas ligadas a la minería, manufactura, petroquímica, servicio eléctrico, transporte masivo, entre otras y a empresas militares como ejércitos y fuerzas aéreas. [Moubray 2004, pág. 325 a 327], [Soporte y Compañía 2012 pág. 10 a 12].

3.4.4 Metodología RCM.

La metodología propuesta sigue la línea del libro “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, la cual consta de dos etapas: etapa de información y etapa de decisión [Moubray 2004 pág. 22 a 215].

3.4.4.1 Hoja de Información RCM II.

La primera etapa de la metodología RCM consiste en llevar un registro ordenado de toda la información necesaria con el fin de poder llevar a cabo un plan de mantenimiento adecuado. Para ello, dicha metodología cuenta con un documento llamado Hoja de Información RCM II.

Como se ilustra en la figura 3.1, el sistema corresponde a la máquina o equipo que se esté analizando (SPC o Planeta) y los subsistemas son los nombres con que la empresa decide separar o dividir cada sistema (General, Abastecimiento, Unidad de Impresión y Salida; los cuales se explicarán en el capítulo 4) y en caso de que estos atributos tengan alguna enumeración específica se deben anotar como lo indica la imagen. El nombre del facilitador corresponde a la persona o entidad que da la autorización para que se lleve a cabo la implementación de esta metodología en su empresa y el auditor es el encargado de ayudar y colaborar con la información que se debe registrar en la hoja. Además, se debe anotar el período de las fechas en que se estuvo realizando el registro de toda la información y el número de hojas que se utilizaron en total.

Finalmente, en cada columna se deben anotar y enumerar las funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos, los cuales se explicarán con detalle en el desarrollo de esta sección.

Figura 3.1: Ejemplo de Hoja de Información RCM II.

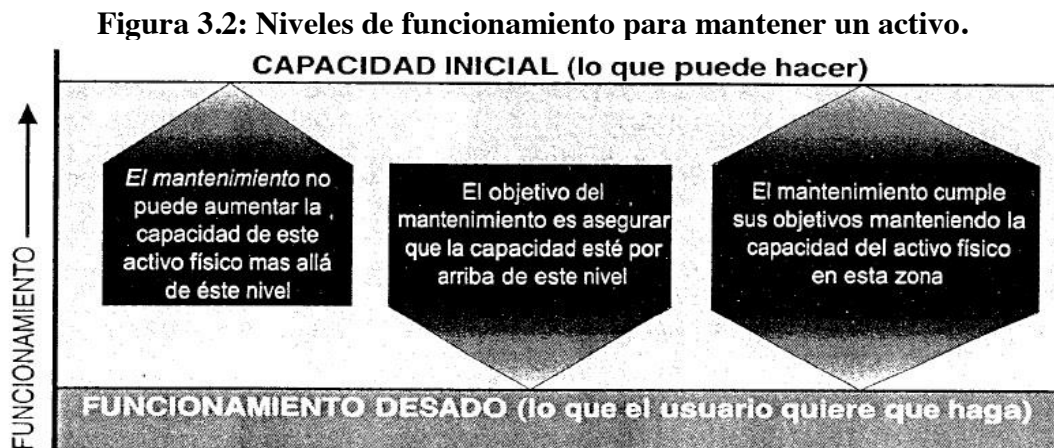
HOJA DE INFORMACIÓN RCMII © 1998 ALADON LTD		SISTEMA Turbina a gas de 5MW		Facilitador: N Smith		Fecha 07 - 07 - 1998		Hoja N° 1	
SUBSISTEMA Sistema de Escape		SISTEMA N° 216 - 05		Auditor: P Jones		Fecha 07 - 08 - 1998		de 3	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA (Qué sucede cuando se produce una falla)			
1	Conducir sin restricciones todos los gases calientes de la turbina hasta un punto fijo a 10 metros encima del techo de la sala de turbinas.	A. Incapaz de canalizar los gases B. Flujo de gases restringido C. No puede contener los gases	1. Montañas del silenciador corroídas 1. Se desprende parte del silenciador por fatiga 1. Se agrieta la junta flexible por corrosión	1. El ambiente del silenciador colapsa y cae al fondo del conducto. La contrapresión hace que la turbina se accione violentamente y se quite a una alta temperatura de escape. Tiempo de parada de máquina para reemplazar el silenciador, hasta cuatro semanas. Según la naturaleza del ácido, la temperatura de escape puede subir hasta parar la turbina. Partículas de deshecho sueltas pueden cerrar partes de la turbina. Tiempo de parada de máquina para reparar el silenciador, 4 semanas. La junta flexible está dentro de la campana de la turbina, de modo que la mayor parte de la fuga de los gases de escape seña evacuada por el sistema de extracción de la campana. No es probable que los mecanismos existentes de detección de incendio y gases dentro de la campana detecten una fuga de gases de escape, y es improbable que la temperatura suba lo suficiente como para hacer disparar la alarma de detector de fuego. Una pérdida grave puede hacer que se sobrecaliente el separador de partículas sólidas y líquidas en los gases, así como fundir la alarma de control situada cerca de la fuga, con consecuencias imprevisibles. Los equilibrios de presión dentro de la campana son tales que es probable que poco, o ningún, gas pueda escapar por una fuga pequeña, de manera que es posible que no se detecte una fuga pequeña por el olfato o el oído. Tiempo de parada de máquina para reemplazar la junta, hasta 3 días. Los gases se fugan al interior de la sala de turbinas y la temperatura ambiente sube. El sistema de ventilación de la sala de turbinas evacuaría los gases a través de las rejillas a la atmósfera, por lo cual se considera poco probable que la concentración de gases de escape alcance niveles nocivos. Una fuga pequeña en este punto puede ser audible. Tiempo de parada de máquina para reparar, hasta 4 días. Los fuelles superiores están situados fuera de la sala de turbinas, de manera que los gases procedentes de una fuga aquí se dispersarían a la atmósfera. Puede que suba el nivel de ruido del ambiente. Tiempo de parada de máquina para reparar, hasta 1 semana. Probablemente la chimenea comience a inclinarse, y sea sostenida por los cables de andaje por un tiempo, antes de demurrarse. Si cayera, existe una gran posibilidad de que dañe una estructura ocupada por personas. Tiempo de parada de máquina para reparar, entre varios días y varias semanas. La estructura del conducto está diseñada para soportar vientos de hasta 350 Km/h, por lo que solo tiene posibilidades de caerse durante una tormenta si los cables de andaje han sido debilitados, quizá por corrosión. De ocurrir, podría caer sobre un módulo de viviendas. Tiempo de parada de máquina para reparar, hasta varias semanas. La mayoría del material se volaría hacia afuera, pero es posible que parte de él caiga al fondo del conducto y obstruya la salida de la turbina, causando una alta temperatura de gases de escape y posible interrupción en el servicio de la turbina. Los niveles de ruido subirían progresivamente. Tiempo de parada de máquina para reparar, alrededor de 2 semanas. ... etc.					
2	Reducir el nivel de ruido escape a Nivel de Ruido 30 de ISO, a 50 metros	A. El nivel de ruido excede el Nivel de Ruido 30 de ISO, a 50 metros	1. Fugas del conducto fuera de la sala de turbinas	3. Fuente superior agrietada por corrosión	1. Bujones de montaje de la chimenea de escape corroidos por oxidación 2. Chimenea de escape obstruida por vientos fuertes 1. Mala de retención de material del silenciador corroído	1. El nivel de ruido excede el Nivel de Ruido 30 de ISO, a 50 metros			

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

- **Funciones.**

Lo primero que se debe registrar en la Hoja de Información RCM II son las funciones de cada subsistema, es decir, lo que debe hacer cada activo físico, según lo que requiere su usuario. Cuando se mantiene un activo, el estado que se quiere preservar debe ser aquel en el cual continúe haciendo los que sus usuarios deseen.

Para describir de manera correcta las funciones, su definición debe consistir de un verbo y de un objeto. También es necesario iniciar las definiciones con un verbo en infinitivo. Además de estos factores, la definición de una función puede contar con un nivel de funcionamiento aceptable para el usuario con el fin de otorgarle una magnitud de lo que el activo debe hacer. Esto significa que cualquier activo físico puesto en funcionamiento debe ser capaz de rendir más que el estándar de funcionamiento requerido por el usuario. Lo que puede hacer el activo es denominado capacidad propia o inicial, mientras que lo que el usuario quiere que haga se le llama funcionamiento deseado o desempeño. La capacidad inicial de cualquier activo físico está definida por su diseño y por cómo está hecho y es allí donde el mantenimiento puede llegar a restaurar al activo físico, no puede ir más allá. Si el funcionamiento deseado excediera la capacidad inicial, ningún tipo de mantenimiento puede hacer que el activo cumpla con una función determinada, por lo tanto dicho activo no es mantenible. La figura 3.2 muestra cómo mantener un activo de acuerdo a dichos niveles de funcionamiento.



Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

El contexto operacional también influye profundamente en los requerimientos de las funciones y su característica más importante es el tipo de proceso. Su alcance va desde operaciones de procesos continuos en donde los equipos están interconectados, hasta operaciones de trabajo donde las máquinas trabajan independientemente. En procesos continuos, la falla de un activo puede hacer que se detenga toda una planta o que se reduzca notoriamente la producción, a menos que existan equipos de reserva. Por otro lado, en las plantas que se trabaja por lotes la mayoría de las fallas afectará solamente la producción de una sola máquina o una línea y sus consecuencias estarán determinadas principalmente por la duración de la detención y por la cantidad de trabajo en proceso faltante.

Todo activo físico tiene más de una función y para cumplir con los objetivos del mantenimiento todas ellas deben ser identificadas con su funcionamiento deseado. Estas funciones se pueden dividir en dos categorías principales: funciones primarias y secundarias. Las funciones primarias son las que explican la razón principal por la que es adquirido el activo, por lo que se deben definir de la manera más detallada posible y la mayoría de los activos físicos industriales se basan en esta función; mientras que las funciones secundarias son las que se encuentran adicionalmente a la función primaria, en los casos que un activo cumpla más de una función. Aunque las funciones secundarias son usualmente menos obvias que las primarias, frecuentemente necesitan lo mismo o más mantenimiento que las primarias e incluso pueden llegar a tener consecuencias más serias, por lo que también deben ser claramente identificadas. Por ejemplo, la función primaria de un automóvil es transportar hasta cinco personas hasta una velocidad específica; sin embargo, existen otras funciones que debe cumplir un automóvil como la capacidad máxima que puede llevar de equipaje, entre otras.

Una función escrita adecuadamente debe definir con precisión los objetivos de los activos, esto asegura que las actividades de mantenimiento permanezcan enfocadas hacia las necesidades reales de los usuarios. Las funciones se registran en la primera columna de la Hoja de Información de RCM II y se deben enumerar como lo muestra la figura 3.3:

Figura 3.3: Ejemplo de funciones para Hoja de Información RCM II.

RCM II HOJA DE INFORMACIÓN 1998 ALADON LTD ©		SISTEMA
		SUBSISTEMA
FUNCIÓN		
1	Dar salida sin restricción a todos los gases de escape calientes de la turbina hasta un punto fijo situado a 10 metros por encima del techo de la sala de turbinas.	
2	Reducir los niveles de ruido del escape a un nivel ISO 30 a 150 metros de distancia	
3	Asegurar que la temperatura superficial de los conductos dentro de la sala de turbinas no exceda los 60°C	
4	Transmitir una señal de alarma al sistema de control de la turbina si la temperatura de los gases del escape excede los 475°C y una señal para apagar el equipo si excede los 500°C a cuatro metros de la turbina.	
5	Permitir el libre movimiento de los conductos en respuesta a los cambios de temperatura.	

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

- **Fallas funcionales.**

Las personas y las empresas adquieren activos físicos porque desean que realicen una función y que cumplan con ciertos estándares de funcionamiento, pero en el caso de que no cumplan con lo mencionado anteriormente, se considera que el activo ha fallado. Una falla funcional descrita adecuadamente distingue el estado de falla y no los eventos que lo causan, que corresponden a los modos de falla. Como cada activo tiene más de una función diferente y cualquiera de estas o todas pueden fallar, se puede deducir que todo activo puede ser afectado por diversos estados de falla o fallas funcionales.

La metodología RCM cuenta con fallas funcionales porque es más preciso definir una falla en términos de pérdida de una función específica, más que la falla del activo como un todo. En síntesis una falla funcional se define como la incapacidad de un activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario. Esta definición al igual que para las funciones depende en gran parte del contexto operacional.

Las fallas funcionales se escriben en la segunda columna de la Hoja de Información y se enumeran alfabéticamente, como lo muestra la figura 3.4. Para cada función se inicia una enumeración alfabética:

Figura 3.4: Ejemplo de fallas funcionales para Hoja de Información RCM II.

RCMII HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN © 1998 ALADON LTD		SISTEMA	<i>Turbina de 5 MW</i>
		SUB-SISTEMA	<i>Sistema de escape</i>
	FUNCION		FALLA FUNCIONAL
1	Dar salida sin restricción a todos los gases de escape calientes de la turbina hasta un punto fijo situado a 10 metros por encima del techo de la sala de turbinas.	A B C D	Totalmente incapaz de conducir el gas Flujo de gas restringido Incapaz de contener los gases No puede transportar los gases a un punto situado a 10 m encima del techo
2	Reducir los niveles de ruido del escape a un nivel ISO 30, a 150 metros	A	El nivel de ruido excede del nivel ISO 30 a 150 metros
3	Asegurar que la temperatura superficial de los conductos dentro de la sala de turbinas no exceda los 60°C	A	La temperatura superficial del conducto es mayor a 60°C
4	Transmitir una señal de alarma al sistema de control de la turbina si la temperatura de los gases del escape excede los 475°C y una señal para detener el equipo si excede los 500°C a cuatro metros de la turbina.	A B	Incapaz de transmitir la señal si la temperatura de escape es mayor a los 475°C Incapaz de transmitir una señal de apagado si la temperatura excede los 500°C
5	Permitir el libre movimiento de los conductos en respuesta a los cambios de temperatura.	A	No permite el libre movimiento de los conductos

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

- **Modos de falla.**

Luego, en la tercera columna de la Hoja de Información RCM II se deben registrar los modos de falla, los cuales se definen como cualquier evento que pueda causar una falla funcional; de esta forma se logra distinguir la diferencia entre un modo de falla y una falla funcional. El registro de modos de falla en la Hoja de Información RCM II de la figura 3.5 también permite destacar esta diferencia y además muestra que cada falla funcional puede ocurrir por uno o más modos de falla diferentes:

Figura 3.5: Ejemplo de modos de falla para Hoja de Información RCM II.

RCM II HOJA DE INFORMACIÓN © 1998 ALADON LTD		SISTEMA <i>Sistema de Bombeo de Agua de Refrigeración</i>			
		SUB-SISTEMA			
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de Función)		MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	
1	Transferir agua desde el Tanque X al tanque Y a no menos de 800 litros por minuto	A	Incapaz de transferir agua	1	Cojinetes agarrotados
				2	Impulsor loco, suelto
				3	Impulsor trabado por un cuerpo extraño
				4	El cubo de acople falla por fatiga
				5	Motor quemado
				6	Válvula de ingreso trabada en posición cerrada
				7	...etc.
		B	Transfiere menos de 800 litros por minuto	1	Impulsor gastado
				2	Línea de succión parcialmente bloqueada
				3	...etc.

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Como se puede ver en la figura 3.5, los modos de falla van enumerados de acuerdo a la falla funcional que afectan y si existe otra falla funcional se vuelve a enumerar desde el comienzo. Además indica que, como mínimo, la descripción de un modo de falla debe consistir de un sustantivo y un verbo y estar escrita de manera detallada para poder seleccionar una estrategia de manejo de falla apropiada. Los verbos que se utilizan para la descripción de los modos de falla deben elegirse cuidadosamente, ya que tienen una influencia muy fuerte en el proceso posterior de selección de políticas de manejo de falla. Mientras más específico es el verbo, más adecuada será la política seleccionada.

La identificación y el análisis de los modos de falla deben tener una fuerte dedicación y esfuerzo, ya que el mantenimiento es principalmente manejado al nivel de los modos de falla. Tanto como las órdenes y pedidos de trabajo y el planeamiento del mantenimiento diario se realizan para cubrir modos de falla específicos.

Además para posibilitar la selección de una adecuada política de mantenimiento a cada modo de falla se le asigna un grado de importancia diferente, dependiendo del detalle y las especificaciones con que fue detectada la detención. Esta asignación lleva el nombre de niveles de detalle y afecta profundamente en la validez del análisis de modos de falla y efectos y en la cantidad de tiempo que se requiere hacerlo. Lo ideal es lograr un equilibrio

correcto, es decir, que el modo de falla se encuentre en un nivel intermedio, debido a que si el nivel es muy bajo el análisis puede llegar a ser muy superficial y si se alcanza un nivel muy alto el proceso RCM II podría llegar a durar mucho más tiempo que el necesario. La figura 3.6 muestra la forma en que pueden ser listados los modos de falla con sus respectivos niveles de detalle:

Figura 3.6: Ejemplo de niveles de detalle para Hoja de Información RCM II.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla el grupo de bombas	Falla el motor	Cojinetes agarrotados	Desgaste normal	Fatiga bajo superficie en la pista exterior Bollitas desgastadas		
			Esfuerzo axial demasiado grande Falla de lubricación	Motor subdimensionado Faltan los sellos de cojinete	Sellos dañados en la instalación Sellos mal instalados en el cojinete	Error de montaje Error de fabricación
				Falla la grasa	Acetite de base oxidado Grasa licuada Aditivos agotados	
				Lubricante que no corresponde Dañado antes de la instalación	Error de fabricación El cojinete se cayó en el taller	Error de montaje Error de pedido
			Cojinete mal instalado		Cojinete dañado en tránsito Cojinete golpeado con un martillo	Error de montaje Ver Apéndice 2
					Cojinete desalinhado Instalación de un cojinete defectuoso	Error de montaje Error de fabricación
					Instalación de un cojinete incorrecto	Error de montaje Error de diseño
						Cojinete incorrectamente suministrado Error de pedido
						Ver Apéndice 2
			Motor gira en sentido incorrecto	Motor bobinado incorrectamente	Ver Apéndice 2	
			Bobinado del estator se quema	Falla el aislamiento del motor	Aislación deteriorada	
					El motor es operado a carga elevada	Error operacional Ver Apéndice 2
					Aislamiento húmedo	Detenora normal Junta colocada incorrectamente
						Detenora normal
					Junta de carcasa de motor	Junta colocada incorrectamente
					Carcasa del motor dañada	El motor se cayó en el taller Motor golpeado por un objeto extraño
						Error de montaje
					Motor almacenado en un área húmeda	Error de almacenamiento
					Junta de carcasa no provista	Error de montaje
					Agua sobre el motor	Error operacional
					Bulones de carcasa del motor sueltos	Error de montaje
					Rejilla de ventilador bloqueada por suciedad	
					Ventilador instalado al revés	Error de montaje Ver Apéndice 2
					Ventilador no instalado	Error de montaje Ver Apéndice 2
					No está encendido	Error de operación

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Para realizar la figura 3.6 se debe comenzar listando en el primer nivel los modos de falla detectados de manera más general, es decir, los que se encuentran descritos con el menor nivel de detalle posible. En el segundo nivel se registran todas las averías posibles que puedan causar los modos de falla del primer nivel. Luego, en el tercer nivel se anotan las diversas causas que pueden generar los modos de falla del segundo nivel, y así sucesivamente hasta que no se encuentre un mayor nivel de detalle. La imagen muestra hasta siete niveles identificados, pero al ser un ejemplo es posible que se encuentren menos o más niveles en otros subsistemas.

De esta forma se logra la conexión entre el nivel de detalle y el número de modos de falla que se incluyen. Mientras más se profundiza en el análisis de modos de falla, mayor es la cantidad de éstos que se pueden incluir en la lista. Sin embargo, si el análisis se ahonda demasiado, es posible que se lleguen a niveles donde las organizaciones no pueden llegar a tener un control sobre los modos de falla. Es por esto que el nivel en que se deberá registrar un modo de falla debe ser aquel en el cual la empresa sea capaz de intervenir de manera adecuada. Los niveles de detalle se anotan al costado izquierdo de la columna de los modos de falla en la Hoja de Información RCM de la figura 3.1.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, al igual que las funciones y fallas funcionales, los modos de falla están influenciados por su contexto operacional en términos de causas, probabilidad y consecuencias. Se debe asegurar que el contexto operacional es el mismo para el análisis de todos los modos de falla y sus niveles.

- **Efectos de falla.**

El último paso para completar los datos de la Hoja de Información RCM II consiste en realizar un listado de lo que sucede cuando ocurre cada modo de falla. Los efectos de falla describen lo que pasa cuando ocurre una detención imprevista. Al describirlos se deben considerar aspectos relevantes como: la evidencia de que se ha producido una falla, los daños físicos que puede causar la falla y qué es lo que se debe hacer para reparar el modo de falla. Además, la descripción debe indicar si la falla va acompañada o precedida por efectos físicos

obvios, tales como ruidos fuertes, fugas de gases, incendio, olores extraños, manchas de líquido, entre otras. También debe indicar si la máquina se detiene como consecuencia de la falla.

Los efectos de falla se registran en la última columna de la Hoja de Información RCM II, al lado derecho de su modo de falla correspondiente, tal como se ilustra en la figura 3.7:

Figura 3.7: Ejemplo de efectos de falla para Hoja de Información RCM II.

	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
1	Se agarrotan los cojinetes de la caja reductora	Se detiene el motor y suena una alarma en la sala de control. Tiempo muerto para reemplazar la caja reductora por una de reserva 3 hs. Se ajustan los cojinetes en el taller
2	Se desgastan los dientes de los engranajes	El motor no se detiene pero igualmente la máquina se para. Tiempo muerto para reemplazar la caja reductora por una de reserva 3 hs. Se cambian los engranajes en el taller
3	Se agarrota la caja reductora por falta de lubricanteetc	Se detiene el motor y suena una alarma en la sala de control. Tiempo muerto para reemplazar la caja reductora por una de reserva 3 hs. La caja reductora agarrotada podría tener que descartarse.

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Además, cabe mencionar que existen modos de falla que generan detenciones en los equipos, pero que no están ligados directamente con el funcionamiento de ellos. Por lo tanto, estas averías no se trabajan en los siguientes pasos de la metodología RCM II y para identificar estos modos de falla, se debe colocar en la columna de efectos correspondiente la frase “Nota: Modo de falla fuera del alcance del Área de Mantención. No aplica”. En una máquina de impresión esto ocurre cuando se detiene producto del material que se está procesando, debido a su mala calidad.

3.4.4.2 Fuentes de información para modos y efectos de falla.

Para poder saber de dónde obtener la información necesaria para armar un análisis completo de modos de falla y efectos, se debe hacer énfasis tanto a lo que puede ocurrir como a lo que ya ha ocurrido dentro de la empresa. Las fuentes de información más frecuentes

corresponden a las listas genéricas de modos de falla y a las personas que operan y mantienen al equipo.

Las listas de modos de falla “genéricas” son listas de detenciones, o a veces un análisis completo de modos de falla y efectos preparado por terceros. En ocasiones pueden cubrir sistemas enteros, pero generalmente abarcan sólo un activo físico o un componente. Estas listas genéricas a veces son consideradas como una manera de acelerar parte del proceso de desarrollo del programa de mantenimiento, por lo tanto, si se van a utilizar deben ser abordadas con precaución.

Por otro lado, se encuentran las personas que día a día operan y mantienen el equipo. Ellos son los que más conocen el funcionamiento del equipo, conocen con exactitud qué puede estar andando mal, qué importancia tiene cada falla y qué debe hacerse para repararla. La mejor manera de recolectar los conocimientos de estas personas es haciendo que participen formalmente en la preparación del análisis de modos de falla y efectos como parte del proceso general RCM. La forma más eficiente de hacer esto es realizando una serie de reuniones bajo la guía de un facilitador entrenado adecuadamente.

3.4.4.3 Hoja de Decisión RCM II.

La Hoja de Decisión RCM II forma parte de la segunda etapa de la metodología RCM y es el segundo de los dos documentos centrales que se utilizan (junto con la Hoja de Información RCM II). Esta hoja tiene la finalidad de detallar las tareas propuestas que se deben realizar para evitar la ocurrencia de cada modo de falla, indicando el período en que se deben ejecutar y el encargado de desarrollar cada tarea.

Como se puede ver en la figura 3.8, las columnas de “Referencia de Información” hacen alusión a la enumeración identificada en las funciones, fallas funcionales y modos de falla seleccionados de las Hojas de Información (ver sección 3.4.4.1). Las columnas de “Evaluación de las Consecuencias” muestran las respuestas asociadas a las preguntas del

Diagrama de Decisión RCM II (el cual se explicará en la siguiente sección); si la respuesta es afirmativa se debe anotar una letra “S” y si es negativa se escribe una letra “N”. Las columnas siguientes hacen referencia a las acciones “a falta de”, las cuales se utilizan cuando el modo de falla no está ligado a un tema de seguridad, medio ambiente o producción; es decir, cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Luego de estas columnas se registran las tareas propuestas a realizar para cada modo de falla analizado o se menciona si no existe ningún mantenimiento programado, en caso de que el modo de falla ocurra debido a factores externos al equipo. Posterior a esto, se debe anotar la frecuencia de ejecución de cada tarea y en la última columna se debe indicar el encargado de realizar cada tarea propuesta.

Además, cabe mencionar que en la parte superior de la Hoja de Decisión RCM II se deben identificar los mismos aspectos que se registran en las Hojas de Información RCM II (sistema, subsistema, facilitador, auditor, etcétera).

Figura 3.8: Ejemplo de Hoja de Decisión RCM II.

HOJA DE DECISIÓN RCMII © 1990 ALADON LTD		SISTEMA			Sistema N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°																	
		SUBSISTEMA			Subsistema N°	Auditor:	Fecha	de																	
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de	Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por														
	F	FF	FM	H	S	E	O					S1	S2	S3	O1	O2	O3	N1	N2	N3	H4	H5	S4		
BOMBA UNICA																									
1	A	1	S	N	N	S	S														Verificar si el cojinete principal de la bomba hace ruido	Semanal	Mecánico		
1	A	2etc																						
BOMBA DE SERVICIO CON RESERVA																									
1	A	1	S	N	N	N	N	N															Ningún Mantenimiento Programado		
1	A	2etc																						
BOMBA DE RESERVA																									
2	A	1	N				N	N	N	S													Arrancar la bomba de reserva en vez de la bomba de servicio y asegurar que la bomba de reserva sea capaz de llenar el tanque. Completada la prueba, volver a la bomba de servicio.	Cada 4 semanas	Operador

Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

3.4.4.4 Diagrama de Decisión RCM II.

El Diagrama de Decisión RCM II consiste en integrar todos los procesos de decisión en una estructura estratégica única y permite determinar el tipo de tarea propuesta que se debe realizar de acuerdo a cada modo de falla.

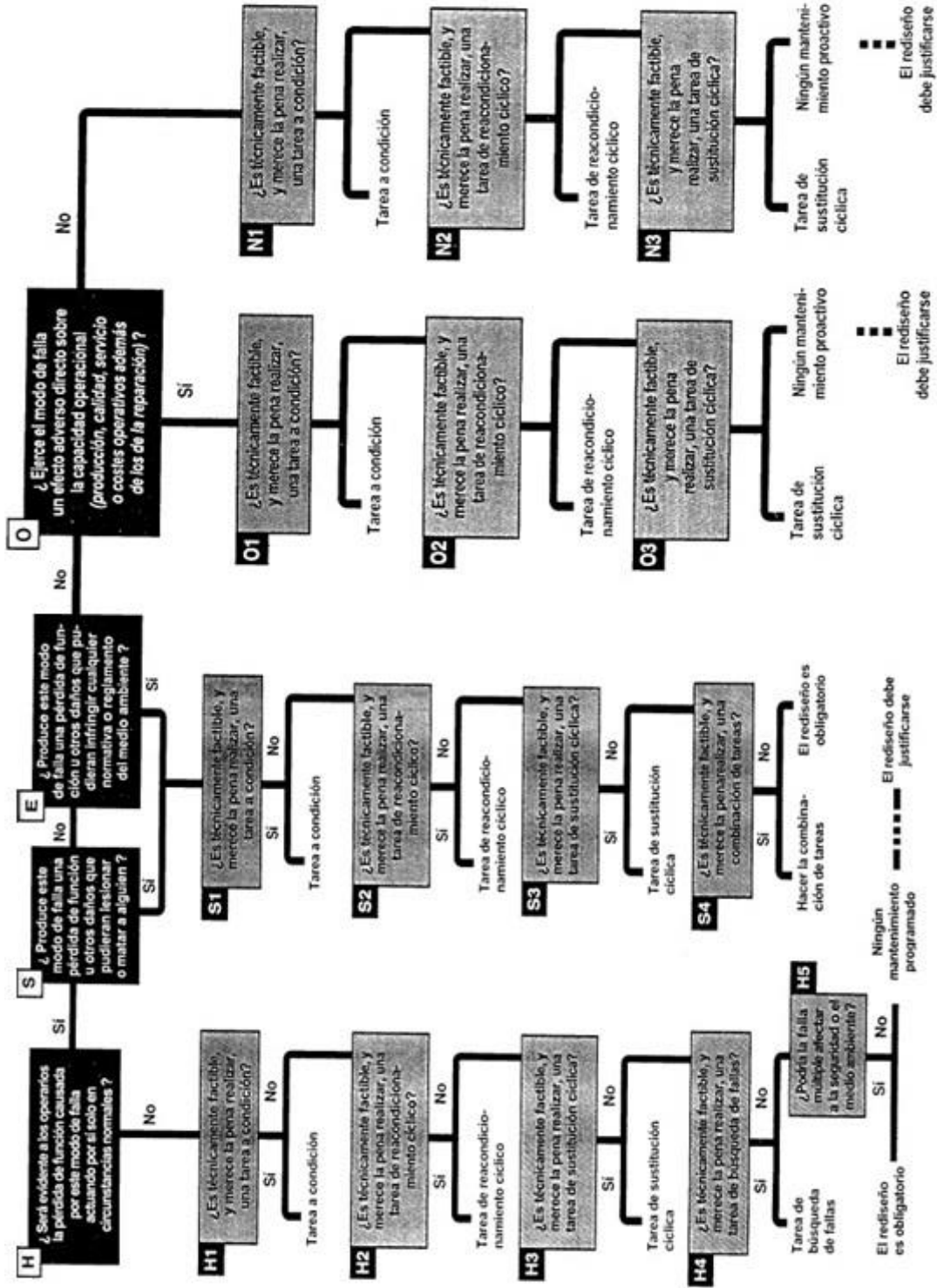
Para desarrollar este diagrama, se deben responder las preguntas que aparecen en él, de acuerdo a cada modo de falla en análisis. La formulación de las preguntas comienza en la parte superior izquierda del diagrama (Pregunta H), si la respuesta a esta pregunta es afirmativa se debe seguir con la pregunta del lado derecho (Pregunta S) y si es negativa se debe continuar con la pregunta inferior (Pregunta H1), tal como se ilustra en la figura 3.9. El desglose de preguntas y respuestas para cada modo de falla finaliza cuando el Diagrama de Decisión RCM II indica que debe realizarse un tipo de tarea propuesta, un rediseño o cuando no se puede aplicar ningún mantenimiento programado.

Las letras H, S, E, O de cada columna del diagrama y sus respectivas letras de cada desglose (H1-S1-O1-N1; H2-S2-O2-N2; etcétera) corresponden al tipo de consecuencia que conlleva cada modo de falla (la diferencia con los efectos de falla es que las consecuencias de falla indican la importancia que tienen los modos de falla, en cambio los efectos solo describen lo que pasa cuando ocurre una detención imprevista). Las preguntas asociadas a la letra “H” determinan si el modo de falla se encuentra oculto o si es evidente para los operarios, las preguntas que llevan la letra “S” y “N” corresponden cuando la ocurrencia del modo de falla provocan daños en la seguridad de los trabajadores y en el medio ambiente respectivamente, mientras que la letra “O” son las preguntas asociadas a cuando existe la pérdida de producción. Posterior a esto, las letras que se desglosan en cada columna (H1-S1-O1-N1; H2-S2-O2-N2; etcétera) indican el tipo de tarea propuesta que se debe realizar para cada modo de falla.

Los principales tipos de tareas propuestas que otorga el Diagrama de Decisión RCM II corresponden a las tareas a condición, de reacondicionamiento cíclico o de sustitución cíclica. Las tareas a condición se realizan mediante un seguimiento a las piezas del equipo que

se desgastan debido al término de su vida útil, las tareas de reacondicionamiento cíclico consisten en la reparación de un elemento antes de un límite de edad específico, mientras que las tareas de sustitución cíclica implican reemplazar un componente antes de su límite de edad definido. A estas tareas también se les conoce como tareas proactivas.

Figura 3.9: Diagrama de Decisión RCM II.



Fuente: Moubray, John (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Capítulo 4: Metodología propuesta.

El desarrollo de este capítulo muestra la metodología aplicada para la máquina Planeta, mientras que la aplicación de la misma para la máquina SPC se encuentra en el Anexo.

4.1 Condición operacional de las máquinas en el área de Impresión.

Para el análisis operacional del Área de Impresión no se consideró la máquina Sord Z, debido a que ésta no tiene un funcionamiento continuo en la planta y solo se utiliza cuando una de las otras máquinas (o las dos) sufre una parada imprevista de larga duración o en fechas de temporada alta, cuando se requiere aumentar la producción. Su capacidad técnica es totalmente limitada en cuanto a tamaño, tiraje de pliegos, unidades de color, etcétera.

4.1.1 Registro de modos de falla en el Área de Impresión.

Para poder determinar cuáles son los modos de falla críticos para las máquinas del Área de Impresión, en primer lugar se llevó a cabo un registro de todas las detenciones imprevistas para cada máquina (SPC y Planeta) desde Septiembre hasta Diciembre del año 2013. Esta información fue recopilada mediante bitácoras, los cuales son libros que llevan un registro del producto a fabricar, la cantidad que se pide, cuánto se fabricó en total, los tiempos de cambios de formatos y cuál es el tipo de falla que tuvo la máquina y el tiempo que duró esa detención, en caso de que ocurra. En la figura 2.1 se puede observar un extracto de cómo se lleva a cabo el registro del funcionamiento de cada máquina.

De acuerdo al propósito que tiene RCM para desarrollar su metodología, es necesario extraer de las bitácoras los registros referentes a los modos de falla, en cuanto a sus fechas de ocurrencia con sus correspondientes tiempos de duración. Este registro se señala a continuación:

Tabla 4.1: Registro modos de falla Septiembre para máquina Planeta.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA (INFO. MAESTROS)
03/09/2013	05:25:00	06:00:00	TINTAS DE MALA CALIDAD.
05/09/2013	07:20:00	08:00:00	COMPRESORES EN MAL ESTADO Y MANGUERAS CON FUGAS.
06/09/2013	02:30:00	08:00:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
06/09/2013	22:50:00	00:00:00	FALLA BOMBA SOLUCIÓN CON FUGAS.
11/09/2013	10:20:00	10:40:00	EL BOTÓN PRESENTA FALLAS.
11/09/2013	23:50:00	00:00:00	SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.
12/09/2013	00:00:00	08:00:00	SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.
12/09/2013	08:00:00	16:00:00	SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.
12/09/2013	16:30:00	20:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
13/09/2013	00:00:00	02:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
	04:45:00	05:15:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
	05:45:00	07:20:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
13/09/2013	11:05:00	12:15:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
13/09/2013	16:00:00	00:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
14/09/2013	08:00:00	16:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
14/09/2013	22:10:00	22:40:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
	22:40:00	22:55:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
	22:55:00	23:30:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
16/09/2013	09:40:00	16:00:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
16/09/2013	16:00:00	18:00:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
17/09/2013	01:15:00	02:00:00	FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.
17/09/2013	06:45:00	07:00:00	ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
17/09/2013	09:00:00	11:30:00	MÁQUINA SE BLOQUEA EN PRIMERA UNIDAD (CUERPOS IMPRESORES, SEGURO REJA).
24/09/2013	00:00:00	02:00:00	FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.
25/09/2013	17:00:00	18:40:00	FALLA CONTADOR.
26/09/2013	00:10:00	00:45:00	FALLA CONTADOR (FALLA ELÉCTRICA).
	03:00:00	03:25:00	SE TAPAN LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN.
	04:45:00	05:10:00	FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.
27/09/2013	02:30:00	03:30:00	TINTAS DE MALA CALIDAD.
27/09/2013	08:00:00	08:50:00	FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.
30/09/2013	19:00:00	20:00:00	EL PAPEL VIENE HÚMEDO.

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Tabla 4.2: Registro modos de falla Octubre para máquina Planeta.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA (INFO. MAESTROS)
01/10/2013	00:00:00	02:00:00	FALLA MANGUERA CON FUGA EN CABEZAL.
01/10/2013	06:50:00	08:00:00	TERCERA UNIDAD TIRA PLIEGOS CON BETAS.
01/10/2013	08:00:00	12:30:00	FALLAN RODILLOS ENTINTADORES.
02/10/2013	16:00:00	20:00:00	FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.
03/10/2013	09:00:00	12:20:00	FALLA SENSOR ACEITE SEGUNDA UNIDAD.
07/10/2013	08:00:00	08:50:00	EL MATERIAL VIENE CON DEFECTOS (PLIEGO DOBLE, PLIEGO CHUECO).
07/10/2013	16:00:00	17:10:00	CABEZAL TRABADO.
	18:30:00	00:00:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO PEGADO).
08/10/2013	00:00:00	01:35:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO PEGADO).
08/10/2013	03:40:00	08:00:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO PEGADO).
08/10/2013	08:00:00	16:00:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO PEGADO).
08/10/2013	16:00:00	16:30:00	SENSOR MALO.
14/10/2013	00:30:00	01:00:00	MANGUERA DESCONECTADA.
19/10/2013	00:00:00	01:00:00	LAS RUEDAS DE ARRASTRE ESTÁN MUY APRETADAS LUEGO DE UN AJUSTE QUE SE LE HIZO.
24/10/2013	16:05:00	18:00:00	FALLA MOTOR PRINCIPAL.
25/10/2013	00:00:00	08:00:00	FALLA MOTOR PRINCIPAL.
25/10/2013	08:00:00	12:30:00	FALLA MOTOR PRINCIPAL.
25/10/2013	14:30:00	15:00:00	FALLA CONTADOR.
26/10/2013	02:30:00	03:30:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
26/10/2013	08:00:00	13:15:00	CAÑERÍA ROTA.
28/10/2013	02:45:00	04:15:00	CAÑERÍA ROTA.
28/10/2013	08:00:00	16:00:00	ENGRANAJE ROTO.
29/10/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
30/10/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Tabla 4.3: Registro modos de falla Noviembre para máquina Planeta.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA (INFO. MAESTROS)
02/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
04/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
05/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
06/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
07/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
08/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
09/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
11/11/2013	00:00:00	00:00:00	SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
12/11/2013	13:20:00	14:00:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO QUEMADO).
12/11/2013	16:00:00	17:20:00	VENTILADOR SE ENCUENTRA QUEMADO.
15/11/2013	02:50:00	05:40:00	FALLA PRODUCTO DEL DESGASTE PROPIO DE LA MÁQUINA Y ESCASA MANTENCIÓN.
21/11/2013	09:20:00	12:00:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO QUEMADO).
	13:45:00	14:00:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO QUEMADO).
	14:30:00	15:05:00	NO FUNCIONA NON STOP NI VENTILADORES DE COMPRESIÓN.
23/11/2013	00:00:00	08:00:00	FALLA EN LAS PINZAS.
25/11/2013	00:00:00	00:00:00	FALLA EN LAS PINZAS.

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

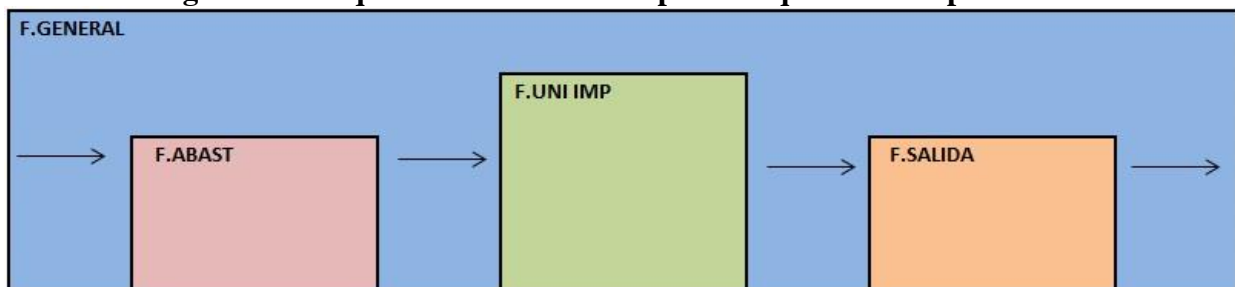
Tabla 4.4: Registro modos de falla Diciembre para máquina Planeta.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA (INFO. MAESTROS)
02/12/2013	16:00:00	17:00:00	RODILLOS DESGASTADOS.
03/12/2013	20:20:00	21:20:00	RODILLOS DESGASTADOS.
04/12/2013	06:00:00	08:00:00	FALLA EN EL SENSOR DE PLIEGO DOBLE, NO SE PUEDE REGULAR.
06/12/2013	09:00:00	09:20:00	FALLA TABLERO PRINCIPAL (ENCHUFE SUELTO, RELE SULFATADO O TÉRMICO QUEMADO).
09/12/2013	17:30:00	18:45:00	SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.
13/12/2013	14:40:00	15:30:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO (TÉRMICO SUELTO).
14/12/2013	06:55:00	07:25:00	FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA. FALLA NON STOP.
17/12/2013	08:10:00	10:25:00	RESORTE FUERA DE POSICIÓN, NO CONECTA.
	11:15:00	16:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO (TÉRMICO SUELTO).
18/12/2013	00:00:00	00:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO (TÉRMICO SUELTO).
19/12/2013	22:00:00	00:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO (TÉRMICO SUELTO). FALTA LUBRICACIÓN Y MANTENCIÓN.
20/12/2013	08:00:00	16:00:00	EL RELE SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO (TÉRMICO SUELTO).

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Posteriormente a este registro, es necesario agrupar los modos de falla en fallas funcionales, con el fin de realizar la metodología RCM II explicada anteriormente en el capítulo 3. Esta herramienta también indica que dichas fallas funcionales deben ser agrupadas en subsistemas, tomando como premisa que cada máquina (SPC, Planeta) representa un sistema. Estos subsistemas se definieron de acuerdo a la zona del equipo donde ocurren las fallas. Las zonas se señalan en la figura 4.1:

Figura 4.1: Esquema de subsistemas para máquinas de impresión.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla en qué consiste cada subsistema y cuáles son sus respectivas fallas funcionales:

- a) **Subsistema General:** Corresponde a todas las fallas que pueden generar daños a la máquina en su totalidad.
- b) **Subsistema Abastecimiento:** Está relacionado con las averías que ocurren en la entrada de la máquina, es decir, donde los pliegos son ordenados y agrupados en las tarimas y luego ingresan al interior de la máquina mediante pinzas sujetadoras.
- c) **Subsistema Unidad de Impresión:** Se refiere a las fallas que ocurren donde el material es barnizado y entintado de acuerdo al diseño requerido, con el fin de lograr una impresión correcta. Corresponden a este subsistema las unidades de barniz (son cuatro unidades, cada unidad representa un color) y el traspaso de material de una unidad a otra.
- d) **Subsistema Salida:** Corresponde a las detenciones imprevistas que acontecen en la salida del material, es decir, cuando el material es colocado en las tarimas de salida.

En la tabla 4.5 se muestran las fallas funcionales vinculadas a estos subsistemas:

Tabla 4.5: Fallas funcionales para máquina Planeta.

DATOS (FRECUENCIA-TIEMPO)		FALLA FUNCIONAL SEGÚN PLANILLA RCM II					
SUBSISTEMAS	NÚMERO FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	CANTIDAD	PORCENTAJE FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL DETENCIÓN	TIEMPO TOTAL DETENCIÓN EN HORAS	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE HORAS
F.GENERAL	1	LA MÁQUINA NO PARTE O NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN FUNCIONAMIENTO, DEBIDO A ALGUNA FALLA ASOCIADA AL TABLERO PRINCIPAL.	19	22,892 %	81:10:00	81,167	18,308 %
	2	NO INDICA NIVEL O PRESIÓN DE ACEITE.	1	1,205 %	03:20:00	3,333	0,752 %
	3	MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR.	3	3,614 %	13:55:00	13,917	3,139 %
	4	NO LOGRAN ENFRIAR COMPRESORES QUE ESTÁN AL INTERIOR DE LA MÁQUINA.	1	1,205 %	01:20:00	1,333	0,301 %
F.ABAST	5	NO SE LOGRA ABASTECER LA MÁQUINA CON PLEGOS.	1	1,205 %	00:40:00	0,667	0,15 %
	6	NO ES CAPAZ DE TIRAR EL PLEGO ADECUADAMENTE.	2	2,41 %	03:00:00	3	0,677 %
	7	NO ES CAPAZ DE DETECTAR Y DETENER EL PRODUCTO DEFECTUOSO.	2	2,41 %	02:30:00	2,5	0,564 %
	8	LAS RUEDAS NO ARRASTRAN ADECUADAMENTE LOS PLEGOS (ESTAS SE ENCUENTRAN AL PRINCIPIO DE LA MÁQUINA).	1	1,205 %	01:00:00	1	0,226 %
	9	HACE QUE EL SENSOR TENGA UNA LECTURA ERRÓNEA EN CUANTO A LA ENTRADA DE MATERIAL.	5	6,024 %	12:40:00	12,667	2,857 %
	10	NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.	1	1,205 %	00:20:00	0,333	0,075 %
	11	LAS PINZAS NO SON CAPACES DE AGARRAR LOS PLEGOS.	2	2,41 %	02:15:00	2,25	0,508 %
	12	EL DISEÑO NO SALE ACORDE AL FORMATO ESTABLECIDO PREVIAMENTE.	3	3,614 %	31:10:00	31,167	7,03 %
F.UNI IMP	13	CUERPOS IMPRESORES, SEGURO REJA.	1	1,205 %	02:30:00	2,5	0,564 %
	14	LA MÁQUINA NO PUEDE REALIZAR TIRO Y RETIRO.	4	4,819 %	16:25:00	16,417	3,703 %
	15	NO CONECTA EL CUERPO CILINDRO IMPRESOR, CAUCHO Y PLANCHA.	11	13,253 %	226:00:00	226	50,977 %
	16	INCAPAZ DE LUBRICAR LAS UNIDADES DE LA MÁQUINA.	2	2,41 %	06:45:00	6,75	1,523 %
	17	NO FUNCIONA LA CUARTA UNIDAD.	1	1,205 %	07:30:00	7,5	1,692 %
	18	LAS MÁQUINA NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN MOVIMIENTO.	1	1,205 %	02:00:00	2	0,451 %
	19	NO ES CAPAZ DE CONECTAR ENTINTADORES AUTOMÁTICOS.	1	1,205 %	02:15:00	2,25	0,508 %
	20	INCAPAZ DE SACAR PLEGOS CORRECTAMENTE, EN CUANTO A COLORES Y/O DISEÑO.	7	8,434 %	10:25:00	10,417	2,35 %
F.SALIDA	21	NO IMPRIME EN FORMA ÓPTIMA.	1	1,205 %	00:35:00	0,583	0,132 %
	22	NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE TARIIMA DE SALIDA.	6	7,229 %	08:30:00	8,5	1,917 %
	23	NO SE COLOCA REJA DE SALIDA.	2	2,41 %	03:25:00	3,417	0,771 %
	24	DEJA DE CONTAR LA CANTIDAD DE PLEGOS.	3	3,614 %	02:45:00	2,75	0,62 %
	25	LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN NO SON CAPACES DE SUCCIONAR LOS PLEGOS.	1	1,205 %	00:25:00	0,417	0,094 %
	26	NO SE PUEDEN SEPARAR LOS PLEGOS.	1	1,205 %	00:30:00	0,5	0,113 %
TOTAL			83	100 %	443:20:00	443,333	100 %

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

4.1.2 Disponibilidad operacional.

Luego de haber registrado todos los modos de falla con sus respectivos desgloses, se tomaron los tiempos de disponibilidad operacional, los tiempos de limpieza y los tiempos de detenciones imprevistas desde Septiembre del año 2013 hasta Diciembre del mismo año. Los tiempos de disponibilidad operacional corresponden a todos los períodos en que la máquina se encuentre apta para su funcionamiento, mientras que los tiempos de detenciones imprevistas corresponden a los períodos en donde la máquina es incapaz de funcionar debido a diversos tipos de fallas. Este último punto es el más importante para el problema en cuestión y más adelante se analizará en detalle.

La finalidad de esta sección es calcular el tiempo total real de disponibilidad operacional que tuvieron las máquinas de impresión en el período establecido, tomando en cuenta que se puede llegar a trabajar como máximo 22 horas y media al día, debido al tiempo de colación (30 minutos) de cada turno (tres turnos), descontando los tiempos de detenciones imprevistas mencionados anteriormente y añadiendo el tiempo en que la máquina estuvo disponible operacionalmente los días en donde se realizó una limpieza. A continuación se muestra el resultado de la estimación referente a la disponibilidad operacional real de cada mes, con los respectivos factores y el desglose para su obtención, y posteriormente, se proporciona la tabla resumen de tiempos para los cuatro meses del año 2013.

En la siguiente tabla se señalan los horarios de los turnos de trabajo con sus respectivos horarios de colación, los cuales se consideran para ambas máquinas:

Tabla 4.6: Turnos de operarios.

HORARIO TRABAJO		HORARIO COLACIÓN	
TURNO 1:	[00:00:00] A [08:00:00]	TURNO 1:	[02:00:00] A [02:30:00]
TURNO 2:	[08:00:00] A [16:00:00]	TURNO 2:	[14:00:00] A [14:30:00]
TURNO 3:	[16:00:00] A [00:00:00]	TURNO 3:	[20:00:00] A [20:30:00]

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

La tabla 4.7 se considera para el análisis de ambas máquinas y esta simbología se utiliza para poder distinguir los días que se tomaron en cuenta para el cálculo de la disponibilidad operacional:

Tabla 4.7: Simbología para disponibilidad operacional 2013.

SIMBOLOGÍA	
	DÍA CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)
	FERIADO
	MANTENCIÓN PROGRAMADA SPC
	MANTENCIÓN PROGRAMADA PLANETA

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4.8 corresponde al período en el que se registra la información. Este calendario se utiliza de la misma forma para ambas máquinas:

Tabla 4.8: Calendario disponibilidad operacional 2013 para el período establecido.

MES: SEPTIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						
MES: OCTUBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			
MES: NOVIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	
MES: DICIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Fuente: Elaboración propia.

Luego de señalar los horarios de trabajo, colación y fechas definidos por la empresa, para poder estimar el tiempo total real de disponibilidad operacional de las máquinas del Área de Impresión el primer paso es registrar los tiempos dedicados a la limpieza de las máquinas. Para ello, se requiere extraer de las bitácoras los tiempos destinados a este tipo de mantenimiento. A continuación, en la tabla 4.9 se indican los tiempos destinados a limpieza para cada máquina, donde se deben descontar los tiempos de colación si es que la detención programada iguala o excede más de un turno de trabajo. La finalidad de estas tablas es conocer el tiempo disponible operacionalmente los días en donde hubieron paradas por limpieza, con el fin de poder incorporar estos resultados a la tabla mensual de disponibilidad operacional:

Tabla 4.9: Tiempos de limpieza para máquina Planeta.

TIEMPOS DE LIMPIEZA						
FECHA	INICIO LIMPIEZA	INICIO COLACIÓN	TÉRMINO COLACIÓN	TÉRMINO LIMPIEZA	DURACIÓN LIMPIEZA	TIEMPO D. OPERACIONAL
09/09/2013	08:00:00	14:00:00	14:30:00	16:00:00	07:30:00	15:00:00
				TOTAL MES	07:30:00	15:00:00
05/10/2013	08:00:00	14:00:00	14:30:00	16:00:00	07:30:00	15:00:00
21/10/2013	00:00:00	02:00:00	02:30:00	08:00:00	07:30:00	15:00:00
				TOTAL MES	15:00:00	30:00:00
12/11/2013	08:00:00	-	-	10:30:00	02:30:00	20:00:00
18/11/2013	00:00:00	02:00:00	02:30:00	08:00:00	07:30:00	15:00:00
				TOTAL MES	10:00:00	35:00:00
05/12/2013	08:00:00	14:00:00	14:30:00	16:00:00	07:30:00	15:00:00
16/12/2013	00:00:00	02:00:00	02:30:00	08:00:00	07:30:00	15:00:00
				TOTAL MES	15:00:00	30:00:00
				TOTAL	47:30:00	110:00:00

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Para continuar, en las tablas 4.10 y 4.11 se muestran los cálculos del tiempo real de disponibilidad operacional para cada mes del período evaluado en la máquina Planeta:

Tabla 4.10: Disponibilidad operacional Septiembre-Octubre 2013, máquina Planeta.

MES: SEPTIEMBRE		
CUADRO RESUMEN SEPTIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	21 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	1 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	3 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	14 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	472,5 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	7:30:00	7,5 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	67:45:00	67,75 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	15:00:00	15 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	487,5 HORAS	487:30:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	419,75 HORAS	419:45:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	13,897 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	86,103 %	
MES: OCTUBRE		
CUADRO RESUMEN OCTUBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	24 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	2 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	13 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	540 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	15:00:00	15 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	111:50:00	111,833 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	30:00:00	30 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	570 HORAS	562:30:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	458,167 HORAS	450:40:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	19,62 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	80,38 %	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.11: Disponibilidad operacional Noviembre-Diciembre 2013, máquina Planeta.

MES: NOVIEMBRE		
CUADRO RESUMEN NOVIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	23 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	2 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	13 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	517,5 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	10:00:00	10 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	218:20:00	218,333 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	35:00:00	35 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	552,5 HORAS	537:30:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	334,167 HORAS	319:10:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	39,517 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	60,483 %	
MES: DICIEMBRE		
CUADRO RESUMEN DICIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	23 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	2 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	11 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	517,5 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	15:00:00	15 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	45:25:00	45,417 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	30:00:00	30 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	548 HORAS	540:00:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	502,083 HORAS	494:35:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	8,295 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	91,705 %	

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, con las tablas desarrolladas anteriormente, se obtienen los siguientes resultados correspondientes al período establecido:

Tabla 4.12: Cálculo total disponibilidad operacional 2013 para máquina Planeta.

TABLA RESUMEN TIEMPOS PARA LOS 4 MESES (DESDE SEPTIEMBRE HASTA DICIEMBRE)			
TIEMPO DIARIO IDEAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL MÁQUINA	22,5 HORAS	22:30:00	
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DURANTE LOS 4 MESES	2157,5 HORAS	2127:30:00	100 %
TIEMPO TOTAL DETENCIONES IMPREVISTAS (4 MESES)	443,333 HORAS	443:20:00	20,548 %
TIEMPO TOTAL REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS (4 MESES)	1714,167 HORAS	1684:10:00	79,452 %

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 4.12 el porcentaje de tiempo total real de disponibilidad operacional para los meses definidos es de 79,452% para la máquina Planeta .

4.2 Metodología RCM II: Etapa de información.

Luego de realizar el registro de modos de falla, con su respectiva agrupación tanto en fallas funcionales como en subsistemas, el siguiente paso es desarrollar la etapa de información de la metodología RCM II para las máquinas del Área de impresión. Este desarrollo consiste en las siguientes etapas:

4.2.1 Funciones.

A continuación en las siguientes tablas se definen las funciones para cada subsistema. Cabe mencionar que estas funciones son iguales para ambas máquinas, debido a que la máquina SPC es una versión más reciente de la máquina Planeta:

Tabla 4.13: Funciones para Hoja de Información RCM II, General (Hoja 1).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA
		SPC - PLANETA
FUNCIÓN		SUBSISTEMA
		GENERAL
1	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS, DONDE SERÁN PROCESADOS EN LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, PARA LUEGO PASAR A LAS TARIMAS DE SALIDA.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.14: Funciones para Hoja de Información RCM II, Abastecimiento (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA SPC - PLANETA
		SUBSISTEMA ABASTECIMIENTO
FUNCIÓN		
1	COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.15: Funciones para Hoja de Información RCM II, Abastecimiento (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA SPC - PLANETA
		SUBSISTEMA ABASTECIMIENTO
FUNCIÓN		
2	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUJETAR LOS PLIEGOS POR SEPARADO.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.16: Funciones para Hoja de Información RCM II, U. de Impresión (Hoja 4).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA SPC - PLANETA
		SUBSISTEMA UNIDAD DE IMPRESIÓN
FUNCIÓN		
1	REALIZAR LA ACCIÓN MECÁNICA QUE PERMITA ELABORAR LA IMPRESIÓN EN LOS PLIEGOS, DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.17: Funciones para Hoja de Información RCM II, U. de Impresión (Hoja 5).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA SPC - PLANETA
		SUBSISTEMA UNIDAD DE IMPRESIÓN
FUNCIÓN		
2	TRASLADAR LOS PLIEGOS POR LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, INCORPORANDO ENTINTADO Y/O BARNIZADO ADECUADOS.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.18: Funciones para Hoja de Información RCM II, Salida (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA SPC - PLANETA
		SUBSISTEMA SALIDA
FUNCIÓN		
1	RECIBIR LOS PLIEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.2.2 Fallas funcionales.

Luego de establecer las funciones se deben identificar las fallas funcionales, las cuales ocurren cuando el activo no puede cumplir la función determinada. Estas se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4.19: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 1).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		PLANETA	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		GENERAL	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS, DONDE SERÁN PROCESADOS EN LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, PARA LUEGO PASAR A LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	LA MÁQUINA NO PARTE O NO ES ES CAPAZ DE PERMANECER EN FUNCIONAMIENTO, DEBIDO A ALGUNA FALLA ASOCIADA AL TABLERO PRINCIPAL.
		B	NO INDICA NIVEL O PRESIÓN DE ACEITE.
		C	MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR.
		D	NO LOGRAN ENFRIAR COMPRESORES QUE ESTÁN AL INTERIOR DE LA MÁQUINA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.20: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		PLANETA	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		ABASTECIMIENTO	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	A	NO SE LOGRA ABASTECER LA MÁQUINA CON PLIEGOS.
		B	NO ES CAPAZ DE TIRAR EL PLIEGO ADECUADAMENTE.
		C	NO ES CAPAZ DE DETECTAR Y DETENER EL PRODUCTO DEFECTUOSO.
		D	LAS RUEDAS NO ARRASTRAN ADECUADAMENTE LOS PLIEGOS (ESTAS SE ENCUENTRAN AL PRIINCIPIO DE LA MÁQUINA).

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.21: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		PLANETA	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		ABASTECIMIENTO	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
2	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUJETAR LOS PLIEGOS POR SEPARADO.	A	HACE QUE EL SENSOR TENGA UNA LECTURA ERRÓNEA EN CUANTO A LA ENTRADA DE MATERIAL.
		B	NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.
		C	LAS PINZAS NO SON CAPACES DE AGARRAR LOS PLIEGOS.
		D	EL DISEÑO NO SALE ACORDE AL FORMATO ESTABLECIDO PREVIAMENTE.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.22: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 4).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		PLANETA	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		UNIDAD DE IMPRESIÓN	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	REALIZAR LA ACCIÓN MECÁNICA QUE PERMITA ELABORAR LA IMPRESIÓN EN LOS PLIEGOS, DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO.	A	CUERPOS IMPRESORES, SEGURO REJA.
		B	LA MÁQUINA NO PUEDE REALIZAR TIRO Y RETIRO.
		C	NO CONECTA EL CUERPO CÍLINDRO IMPRESOR, CAUCHO Y PLANCHA.
		D	INCAPAZ DE LUBRICAR LAS UNIDADES DE LA MÁQUINA.
		E	NO FUNCIONA LA CUARTA UNIDAD.
		F	LAS MÁQUINA NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN MOVIMIENTO.
		G	NO ES CAPAZ DE CONECTAR ENTINTADORES AUTOMÁTICOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.23: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 5).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		PLANETA	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		UNIDAD DE IMPRESIÓN	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
2	TRASLADAR LOS PLIEGOS POR LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, INCORPORANDO ENTINTADO Y/O BARNIZADO ADECUADOS.	A	INCAPAZ DE SACAR PLIEGOS CORRECTAMENTE, EN CUANTO A COLORES Y/O DISEÑO.
		B	NO IMPRIME EN FORMA APROPIADA..

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.24: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		PLANETA	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		SALIDA	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	RECIBIR LOS PLIEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE TARIMA DE SALIDA.
		B	NO SE COLOCA REJA DE SALIDA.
		C	DEJA DE CONTAR LA CANTIDAD DE PLIEGOS.
		D	LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN NO SON CAPACES DE SUCCIONAR LOS PLIEGOS.
		E	NO SE PUEDEN SEPARAR LOS PLIEGOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.2.3 Modos de falla.

El siguiente paso es registrar los modos de falla, los cuales son identificados en las bitácoras de cada máquina, como se mencionó anteriormente en la sección 4.1.1. Las siguientes tablas indican los modos de falla:

Tabla 4.25: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 1).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		PLANETA
		SUBSISTEMA		GENERAL
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA
1	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS, DONDE SERÁN PROCESADOS EN LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, PARA LUEGO PASAR A LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	LA MÁQUINA NO PARTE O NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN FUNCIONAMIENTO, DEBIDO A ALGUNA FALLA ASOCIADA AL TABLERO PRINCIPAL.	5 1.- EL RELÉ SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO. 5 2.- ENCHUFE SUELTO. 5 3.- TÉRMICO QUEMADO.
		B	NO INDICA NIVEL O PRESIÓN DE ACEITE.	6 1.- FALLA SENSOR ACEITE SEGUNDA UNIDAD.
		C	MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR.	3 1.- FALLA MOTOR PRINCIPAL.
		D	NO LOGRAN ENFRIAR COMPRESORES QUE ESTÁN AL INTERIOR DE LA MÁQUINA.	5 1.- VENTILADOR SE ENCUENTRA QUEMADO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.26: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		PLANETA	
		SUBSISTEMA		ABASTECIMIENTO	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA	
1	COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	A	NO SE LOGRA ABASTECER LA MÁQUINA CON PLIEGOS.	4	1.- COMPRESORES EN MAL ESTADO Y MANGUERAS CON FUGAS.
		B	NO ES CAPAZ DE TIRAR EL PLIEGO ADECUADAMENTE.	4	1.- EL PAPEL VIENE HÚMEDO.
				4	2.- CABEZAL TRABADO.
		C	NO ES CAPAZ DE DETECTAR Y DETENER EL PRODUCTO DEFECTUOSO.	5	1.- FALLA EN EL SENSOR DE PLIEGO DOBLE, NO SE PUEDE REGULAR.
		D	LAS RUEDAS NO ARRASTRAN ADECUADAMENTE LOS PLIEGOS (ESTAS SE ENCUENTRAN AL PRINCIPIO DE LA MÁQUINA).	5	1.- LAS RUEDAS DE ARRASTRE ESTÁN MUY APRETADAS LUEGO DE UN AJUSTE QUE SE LE HIZO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.27: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		PLANETA	
		SUBSISTEMA		ABASTECIMIENTO	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA	
2	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUJETAR LOS PLIEGOS POR SEPARADO.	A	HACE QUE EL SENSOR TENGA UNA LECTURA ERRÓNEA EN CUANTO A LA ENTRADA DE MATERIAL.	4	1.- ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
		B	NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.	4	1.- BOTÓN PRESENTA FALLAS.
		C	LAS PINZAS NO SON CAPACES DE AGARRAR LOS PLIEGOS.	6	1.- ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.
		D	EL DISEÑO NO SALE ACORDE AL FORMATO ESTABLECIDO PREVIAMENTE.	3	1.- FALLA EN LAS PINZAS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.28: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 4).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA			
		PLANETA			
FUNCIÓN		SUBSISTEMA			
		UNIDAD DE IMPRESIÓN			
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA		
1	REALIZAR LA ACCIÓN MECÁNICA QUE PERMITA ELABORAR LA IMPRESIÓN EN LOS PLIEGOS, DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO.	A	CUERPOS IMPRESORES, SEGURO REJA.	3	1.- CUERPOS IMPRESORES Y SEGURO DE REJA PEGADOS CON TINTA.
		B	LA MÁQUINA NO PUEDE REALIZAR TIRO Y RETIRO.	3	1.- SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.
		C	NO CONECTA EL CUERPO CÍLINDRO IMPRESOR, CAUCHO Y PLANCHA.	4	1.- SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.
		D	INCAPAZ DE LUBRICAR LAS UNIDADES DE LA MÁQUINA.	4	1.- CAÑERÍA ROTA, NO CIRCULA ACEITE POR LA MÁQUINA.
		E	NO FUNCIONA LA CUARTA UNIDAD.	3	1.- CUARTA UNIDAD DEFECTUOSA DEBIDO A QUE ENGRANAJE EN MAL ESTADO GOLPEA PARTE DE LA UNIDAD.
		F	LAS MÁQUINA NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN MOVIMIENTO.	5	1.- EL RELÉ SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.
				5	2.- TÉRMICO SUELTO.
				4	3.- FALTA LUBRICACIÓN.
		G	NO ES CAPAZ DE CONECTAR ENTINTADORES AUTOMÁTICOS.	4	1.- RESORTE FUERA DE POSICIÓN, NO CONECTA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.29: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 5).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA			
		PLANETA			
FUNCIÓN		SUBSISTEMA			
		UNIDAD DE IMPRESIÓN			
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA		
2	TRASLADAR LOS PLIEGOS POR LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, INCORPORANDO ENTINTADO Y/O BARNIZADO ADECUADOS.	A	INCAPAZ DE SACAR PLIEGOS CORRECTAMENTE, EN CUANTO A COLORES Y/O DISEÑO.	5	1.- TINTAS DE MALA CALIDAD.
				4	2.- FALLAN RODILLOS ENTINTADORES.
				5	3.- FALLA BOMBA SOLUCIÓN CON FUGAS. NO SE LOGRA TENER LA CANTIDAD ADECUADA DE AGUA.
				3	4.- RODILLOS DESGASTADOS.
		B	NO IMPRIME EN FORMA APROPIADA.	3	1.- EL MATERIAL VIENE CON DEFECTOS (PLIEGO DOBLE, PLIEGO CHUECO).

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.30: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		PLANETA	
		SUBSISTEMA		SALIDA	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA	
1	RECIBIR LOS PLIEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE TARIIMA DE SALIDA.	4	1.- FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.
		B	NO SE COLOCA REJA DE SALIDA.	5	1.- NO FUNCIONA VENTILADORES DE COMPRESIÓN.
				4	2.- FALLA EN EL SISTEMA NON STOP.
		C	DEJA DE CONTAR LA CANTIDAD DE PLIEGOS.	4	1.- FALLA CONTADOR.
		D	LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN NO SON CAPACES DE SUCCIONAR LOS PLIEGOS.	5	1.- SE TAPAN LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN.
		E	NO SE PUEDEN SEPARAR LOS PLIEGOS.	3	1.- MANGUERA DESCONECTADA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Cabe mencionar que a cada modo de falla se le da un grado de importancia diferente, dependiendo del detalle y las especificaciones con que fue detectada la detención. Es por esto que se deben listar los diferentes niveles de detalle para todos los modos de falla que pueden ocurrir en las máquinas de impresión. Como la identificación de estos niveles se realizó para ambas máquinas de manera conjunta, se le asignó un color diferente a cada máquina para relacionar sus modos de falla con sus respectivos niveles (recordar que los niveles asociados a la máquina SPC se encuentran en el Anexo). En la tabla 4.31 se distinguen dichos colores:

Tabla 4.31: Simbología para niveles de detalle.

SIMBOLOGÍA	
	MODOS DE FALLA MÁQUINA SPC
	MODOS DE FALLA MÁQUINA PLANETA

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran las tablas de los diferentes niveles que se asignaron a cada modo de falla. Estas se encuentran separadas por subsistema:

Tabla 4.32: Niveles de detalle Subsistema General para máquina Planeta.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla la máquina por completo	Máquina se bloquea o se detiene	Falla la pantalla de control	Medidas de pliegos ingresadas incorrectamente en pantalla	Error de montaje	Error humano	
	Falla el aire con que se trabaja	Falla el aire con que se trabaja	Pérdida total de aire	Fallan las turbinas	Alta temperatura en turbinas	Error operacional
	Fallas eléctricas y/o mecánicas	Fallas eléctricas y/o mecánicas	Máquina con alto voltaje	Error operacional		
		Falla la conexión de ventiladores de guía pliego	Deterioro normal			
	Rodillo de toma tinta y guía de postura de caucho conectados. Compresores apagados	Error de montaje	Error humano			
	Falla el tablero principal	Falla el relé	Relé suelto o sulfatado	Deterioro normal		
		Fallan los enchufes	Enchufe suelto	Error de montaje	Error humano	
		Falla el térmico	Térmico quemado	Error operacional		
		Falla el motor principal	Error operacional			
	Máquina se daña en zonas claves que permiten su funcionamiento	Falla el agua con que se trabaja	Falla el estancque de agua	Estancque de agua sucio	Error operacional	
		Falla la tinta con que se trabaja	Tinta derramada en máquina tapado	Ducto de líquidos percolados de tinta	Deterioro normal	
		Falla el aire con que se trabaja	Falla la manguera de aire	Manguera de aire rota	Deterioro normal	
	Falla el aceite con que se trabaja	Acetite defectuoso, no se ajusta a requerimientos de la máquina	Error de fabricación			
		Falla la lubricación del acetite	Nivel de acetite mal regulado	Falla el sensor de acetite segunda unidad	Deterioro normal	
	Fallan los compresores	Compresores no se pueden enfriar	Ventilador quemado	Deterioro normal		

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.33: Niveles de detalle Subsistema Abastecimiento para máquina Planeta.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla la entrada de la máquina	Falla al colocar pliegos en entrada	Falla la mesa de entrada	Sujetador de lánas en mesa de entrada quebrado	Deterioro normal		
	Fallan los sensores	Fallan los sensores	Fallan los sensores del marcador	Sensores de marcador bloqueados	Sensor de marcador sucio	Deterioro normal
		Fallan los sensores de arrastre	Fallan los sensores de pliego doble	Sensores de pliego doble sucios	Deterioro normal	
		Falla la rejilla de protección	Reja de protección se abre	Falla la protección de pinzas de entrada	Protección de pinzas de entrada quebrada	Error operacional
		Fallan los compresores y mangueras	Compresores en mal estado y mangueras con fugas	Deterioro normal		
		Falla el material con el que se trabaja	Papel viene húmedo	Error de almacén		
		Falla el cabezal	Cabezal trabado	Error operacional		
		Fallan las ruedas de arrastre	Ruedas de arrastre apretadas	Ruedas de arrastre mal ajustadas	Error humano	
	Falla en el ingreso del material al interior de la máquina	Falla el cabezal	Cabezal trabaja incorrectamente	Falla de poleas y correas transportadoras	Desgaste de poleas y correas transportadoras	Deterioro normal
		Falla el aire con que se trabaja	Aire incapaz de trabajar en compresor	Falla el cardán	Cardán desgastado	Deterioro normal
		Falla el registro	Registro defectuoso	Error operacional	Compresor defectuoso	Deterioro normal
		Falla el sensor de entrada	Lectura errónea de sensor	Falla el electroimán	Electroimán no se activa	Error operacional
		Falla de detención de máquina	Falla el botón de detención	Deterioro normal		
		Fallan las pinzas	Pinzas no pueden agarrar los pliegos	Falla el electroimán	Electroimán no se activa	Error operacional

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.34: Niveles de detalle Subsistema Unidad de Impresión para máquina Planeta.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Fallan las unidades	Fallan los cuerpos impresores y el seguro de rejá	Cuerpos impresores y seguro de rejá pegados con tinta	Error operacional			
		Falla el engranaje del cuerpo impresor	Engranaje del cuerpo impresor de cuarta unidad quebrado	Deterioro normal		
	Unidades mal lubricadas	Falla la cañería de aceite	Cañería rota	Error operacional		
	Cuarta unidad dañada	Cuarta unidad golpeada por engranaje en mal estado	Error de montaje	Error humano		
	Fallan los rodillos	Rodillos se agrupan	Falla el relé	Relé suelto o sulfatado	Deterioro normal	
			Falla el térmico	Térmico suelto	Error de montaje	Error humano
			Falta lubricación	Error de montaje	Error humano	
		Fallan los rodillos entintadores	Rodillos entintadores desgastados	Deterioro normal		
		Rodillos desgastados	Deterioro normal			
	Fallan los cauchos	Cauchos defectuosos	Falla la tinta con que se trabaja	Tintas de mala calidad	Error de fabricación	
	Falla el agua con que se trabaja	No se logra tener la cantidad adecuada de agua	Falla la bomba solución	Bomba solución con fugas	Error operacional	
Falla el traspaso de material	Falla el soporte de inversor	Soporte de inversor quebrado	Error de montaje	Error humano		
	Falla la conexión de entintadores	Falla el resorte de la conexión	Resorte fuera de posición, no conecta	Error de montaje	Error humano	
	Falla el material con el que se trabaja	El material viene con defectos	Error de fabricación			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.35: Niveles de detalle Subsistema Salida para máquina Planeta.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla la máquina en la salida	Falla la tarima	La tarima no puede recibir los pliegos	Falla el dispositivo Limit Switch en plataforma de salida	Dispositivo Limit Switch en plataforma de salida quebrado	Dispositivo Limit Switch golpeado por un objeto extraño	Error de montaje
		Falla el sensor de bajada automática alta pila		Error operacional		
	Falla el material en la salida	El material sale disparado	Fallan los ventiladores en salida de pliego	Ventiladores en salida de pliego quemado	Deterioro normal	
		Falla la correa de aspiradora en salida		Desgaste de correa de aspiradora en salida	Deterioro normal	
		Fallan los frenos de salida		Frenos de salida desgastados	Deterioro normal	
		Falla el conteo de pliegos	Falla el contador	Deterioro normal		
		Falla la succión de pliegos	Fallan los orificios de aspiración	Se tapan los orificios de aspiración	Deterioro normal	
	Falla la información de salida	No se indica el estado de la máquina en la salida	Falla el panel de pantalla en salida	Panel de pantalla de salida defectuoso	Deterioro normal	
	Falla la reja de salida	No se puede colocar la reja de salida	Fallan los ventiladores de compresión	Deterioro normal		
		Falla el sistema Non Stop		Error operacional		
	Falla la manguera	Manguera desconectada	Error operacional			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.2.4 Efectos de falla.

Luego de identificar los modos de falla en las máquinas de impresión, es necesario establecer los efectos de falla, los cuales deben registrarse de la manera más específica posible:

Tabla 4.36: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 1).

PLANETA		
GENERAL		
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
5	1.- EL RELÉ SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.	LA MÁQUINA SE BLOQUEA O SE DETIENE EN PLENO FUNCIONAMIENTO.
5	2.- ENCHUFE SUELTO.	LA MÁQUINA SE BLOQUEA O SE DETIENE EN PLENO FUNCIONAMIENTO.
5	3.- TÉRMICO QUEMADO.	LA MÁQUINA SE BLOQUEA O SE DETIENE EN PLENO FUNCIONAMIENTO.
6	1.- FALLA SENSOR ACEITE SEGUNDA UNIDAD.	NO SE TIENE CERTEZA DE LA CANTIDAD DE ACEITE QUE TIENE LA UNIDAD, ASPECTO QUE PUEDE AFECTAR SU FUNCIONAMIENTO, DEBIDO A QUE NO SE TIENE CERTEZA DEL GRADO DE LUBRICACIÓN QUE TIENE LA MÁQUINA.
3	1.- FALLA MOTOR PRINCIPAL.	MÁQUINA INOPERATIVA.
5	1.- VENTILADOR SE ENCUENTRA QUEMADO.	NO ENFRÍA COMPRESORES, TÉRMICOS SALTAN.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.37: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 2).

PLANETA		
ABASTECIMIENTO		
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
4	1.- COMPRESORES EN MAL ESTADO Y MANGUERAS CON FUGAS.	PARADA REITERADA DE LA MÁQUINA, PLIEGO DOBLE, CHUECO.
4	1.- EL PAPEL VIENE HÚMEDO.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
4	2.- CABEZAL TRABADO.	NO SE LOGRA AJUSTAR EL TAMAÑO DEL FORMATO DEL PAPEL. PÉRDIDA DE TIEMPO AL CAMBIAR EL FORMATO.
5	1.- FALLA EN EL SENSOR DE PLIEGO DOBLE, NO SE PUEDE REGULAR.	PASAN PLIEGOS DOBLE AL INTERIOR DE LA MÁQUINA. AL FINAL DEL PROCESO DE IMPRESIÓN, SALEN PLIEGOS EN BLANCO.
5	1.- LAS RUEDAS DE ARRASTRE ESTÁN MUY APRETADAS LUEGO DE UN AJUSTE QUE SE LE HIZO.	PROBLEMAS CON PASADA DE PAPEL DURANTE LA IMPRESIÓN. PLIEGO SE ARRUGA, SALE TORCIDO (EL PROBLEMA SE DEBE A QUIEN HIZO EL AJUSTE DE LAS RUEDAS).

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.38: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 3).

PLANETA		
ABASTECIMIENTO		
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
4	1.- ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.	MÁQUINA SE DETIENE SOLA REITERADAS VECES PRESENTANDO RUIDOS ELECTROMAGNÉTICOS.
4	1.- BOTÓN PRESENTA FALLAS.	NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.
6	1.- ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.	MÁQUINA SE DETIENE SOLA REITERADAS VECES PRESENTANDO RUIDOS ELECTROMAGNÉTICOS. NO SE ACTIVA EL PASO DE LOS PLIEGOS AL INTERIOR DE LA MÁQUINA.
3	1.- FALLA EN LAS PINZAS.	DESCALCE EN LA IMPRESIÓN, YA QUE LAS PINZAS NO SON CAPACES DE SUJETAR CORRECTAMENTE LOS PLIEGOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.39: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 4).

PLANETA		
UNIDAD DE IMPRESIÓN		
	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)
3	1.- CUERPOS IMPRESORES Y SEGURO DE REJA PEGADOS CON TINTA.	LA MÁQUINA NO FUNCIONA, ESTO DEBIDO A QUE LA MÁQUINA SE BLOQUEA EN PRIMERA UNIDAD.
3	1.- SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.	NO SE PUEDEN SACAR PLIEGOS IMPRESOS POR AMBOS LADOS.
4	1.- SE QUEBRÓ UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.	LA MÁQUINA NO SE PUEDE PONER EN MARCHA.
4	1.- CAÑERÍA ROTA, NO CIRCULA ACEITE POR LA MÁQUINA.	LA MÁQUINA QUEDA SECA, SE AGRIPA.
3	1.- CUARTA UNIDAD DEFECTUOSA DEBIDO A QUE ENGRANAJE EN MAL ESTADO GOLPEA PARTE DE LA UNIDAD.	LA MÁQUINA NO SE PUEDE PONER EN MARCHA. UNA FALLA PREVIA A ESTA GENERÓ OTRA COMO CONSECUENCIA.
5	1.- EL RELÉ SE ENCUENTRA SUELTO O SULFATADO.	EL RODILLO SE AGRIPA, POR LO CUAL LA IMPRESIÓN SALE FUERA DE POSICIÓN.
5	2.- TÉRMICO SUELTO.	EL RODILLO SE AGRIPA, POR LO CUAL LA IMPRESIÓN SALE FUERA DE POSICIÓN.
4	3.- FALTA LUBRICACIÓN.	EL RODILLO SE AGRIPA, POR LO CUAL LA IMPRESIÓN SALE FUERA DE POSICIÓN.
4	1.- RESORTE FUERA DE POSICIÓN, NO CONECTA.	DESCONECTA PRESIÓN DE ENTINTADORES. MÁQUINA NO IMPRIME.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.40: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 5).

PLANETA		
UNIDAD DE IMPRESIÓN		
MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
5	1.- TINTAS DE MALA CALIDAD.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
3	2.- FALLAN RODILLOS ENTINTADORES.	IMPRESIÓN DEFECTUOSA.
5	3.- FALLA BOMBA SOLUCIÓN CON FUGAS. NO SE LOGRA TENER LA CANTIDAD ADECUADA DE AGUA.	LAS PARTES CON FOTOGRAFÍA NO LOGRAN TOMAR LA TINTA DE MANERA ADECUADA, POR LO CUAL NO SE PUEDE IMPRIMIR.
3	4.- RODILLOS DESGASTADOS.	NO SE LOGRA ESTABILIZAR EL COLOR EN EL PLIEGO. APARECEN MARCAS EN EL PLIEGO LUEGO DEL PROCESO DE IMPRESIÓN. TERCERA UNIDAD TIRA PLIEGOS CON BETAS.
3	1.- EL MATERIAL VIENE CON DEFECTOS (PLIEGO DOBLE, PLIEGO CHUECO).	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.41: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. Planeta (Hoja 6).

PLANETA		
SALIDA		
MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
4	1.- FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.	LA TARIMA NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE A MENUDO QUE SE VA LLENANDO, POR LO TANTO ESTA ACCIÓN SE TIENE QUE REALIZAR DE MANERA MANUAL.
5	1.- NO FUNCIONA VENTILADORES DE COMPRESIÓN.	SE TIENE QUE DETENER LA IMPRESIÓN PARA CAMBIAR LA TARIMA MANUALMENTE. EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE SE QUEME EL MOTOR DEL SISTEMA NON STOP.
4	2.- FALLA EN EL SISTEMA NON STOP.	NO SE INSERTA LA REJA, SE DETIENE LA MÁQUINA Y SE TIENE QUE CAMBIAR LA TARIMA MANUALMENTE.
4	1.- FALLA CONTADOR.	NO SE SABE LA CANTIDAD EXACTA DE PLIEGOS IMPRESOS QUE SALEN DE LA MÁQUINA. ES POR ESTO QUE ESTA ACCIÓN SE TIENE QUE HACER DA MANERA MANUAL, UTILIZANDO LA ALTURA DE LA TARIMA DE SALIDA JUNTO CON EL GROSOR DE LOS PLIEGOS.
5	1.- SE TAPAN LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN.	PLIEGO SALE MAL, FUERA DE POSICIÓN.
3	1.- MANGUERA DESCONECTADA.	INCURRE EN UN MAL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA. PÉRDIDA DE TIEMPO EN EL CAMBIO DE FORMATO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.2.5 Hoja de Información RCM II.

Para finalizar con la etapa de información, las siguientes tablas muestran las Hojas de Información RCM II para la máquina Planeta. Cabe mencionar que estas carecen de un auditor, ya que en la empresa no existe alguien que supervise los aspectos de mantención:

Tabla 4.43: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		PLANETA				SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
FUNCIÓN		ABASTECIMIENTO				2	Rodrigo Prado	02/09/2013	2
SISTEMA		ABASTECIMIENTO				SUBSISTEMA N°	Auditor	Fecha térm. de	
FUNCIÓN		MODO DE FALLA				2		31/12/2013	6
EFFECTO DE FALLA		(¿Qué sucede cuando se produce una falla?)							
1	COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA		PARADA REITERADA DE LA MÁQUINA, PLEGO DOBLE, CHUECO.			
		A	NO SE LOGRA ABASTECER LA MÁQUINA CON PLEGOS.	4	1.- COMPRESORES EN MAL ESTADO Y MANGUERAS CON FUGAS.				
		B	NO ES CAPAZ DE TIRAR EL PLEGO ADECUADAMENTE.	4	1.- EL PAPEL VIENE HÚMEDO.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.			
		C	NO ES CAPAZ DE DETECTAR Y DETENER EL PRODUCTO DEFECTUOSO.	4	2.- CABEZAL TRABADO.	NOTA: NO SE LOGRA AJUSTAR EL TAMAÑO DEL FORMATO DEL PAPEL. PÉRDIDA DE TIEMPO AL CAMBIAR EL FORMATO.			
D	LAS RUEDAS NO ARRASTRAN ADECUADAMENTE LOS PLEGOS (ESTAS SE ENCUENTRAN AL PRINCIPIO DE LA MÁQUINA).	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA		PASAN PLEGOS DOBLE AL INTERIOR DE LA MÁQUINA. AL FINAL DEL PROCESO DE IMPRESIÓN, SALEN PLEGOS EN BLANCO.			
		5	1.- FALLA EN EL SENSOR DE PLEGO DOBLE, NO SE PUEDE REGULAR.	5	1.- LAS RUEDAS DE ARRASTRE ESTÁN MUY APRIETADAS LUEGO DE UN AJUSTE QUE SE LE HIZO.	PROBLEMAS CON PASADA DE PAPEL DURANTE LA IMPRESIÓN. PLEGO SE ARRIGA, SALE TORDIDO (EL PROBLEMA SE DEBE A QUE EN HIZO EL AJUSTE DE LAS RUEDAS).			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.44: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		PLANETA		SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
		ABASTECIMIENTO		2	Rodrigo Prado	02/09/2013	3
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		SUBSISTEMA N°	Auditor	Fecha término	de
				2		31/12/2013	6
				EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)			
2	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUEJAR LOS PLEGOS POR SEPARADO.	A	HACE QUE EL SENSOR TENGA UNA LECTURA ERRÓNEA EN CUANTO A LA ENTRADA DE MATERIAL.	4	1.- ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.	MÁQUINA SE DETIENE SOLA REITERADAS VECES PRESENTANDO RUIDOS ELECTROMAGNÉTICOS.	
		B	NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.	4	1.- BOTÓN PRESENTA FALLAS.	NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.	
		C	LAS PINZAS NO SON CAPACES DE AGARRAR LOS PLEGOS.	6	1.- ELECTROIMÁN NO SE ACTIVA.	MÁQUINA SE DETIENE SOLA REITERADAS VECES PRESENTANDO RUIDOS ELECTROMAGNÉTICOS. NO SE ACTIVA EL PASO DE LOS PLEGOS AL INTERIOR DE LA MÁQUINA.	
		D	EL DISEÑO NO SALE ACORDE AL FORMATO ESTABLECIDO PREVIAMENTE.	3	1.- FALLA EN LAS PINZAS.	DESCALCE EN LA IMPRESIÓN YA QUE LAS PINZAS NO SON CAPACES DE SUEJAR CORRECTAMENTE LOS PLEGOS.	

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.45: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 4).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		PLANETA		SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
SUBSISTEMA		SUBSISTEMA		UNIDAD DE IMPRESIÓN		2	Rodrigo Prado	02/09/2013	4
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA		3	Auditor	Fecha térm. de	6
						EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)			
1.	REALIZAR LA ACCIÓN MECÁNICA QUE PERMITA ELABORAR LA IMPRESIÓN EN LOS PUEGOS, DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO.	A	CUERPOS IMPRESORES, SEGURO REJA.	3	1.- CUERPOS IMPRESORES Y SEGURO DE REJA PEGADOS CON TINTA.	LA MÁQUINA NO FUNCIONA, ESTO DEBIDO A QUE LA MÁQUINA SE BLOQUEA EN PRIMERA UNIDAD.			
		B	LA MÁQUINA NO PUEDE REALIZAR TIRO Y RETIRO.	3	1.- SE QUIEBRA SOPORTE INVERSOR.	NO SE PUEDEN SACAR PUEGOS IMPRESOS POR AMBOS LADOS.			
		C	NO CONECTA EL CUERPO CILINDRO IMPRESOR, CAUCHO Y PLANCHA.	4	1.- SE QUIEBRA UN ENGRANAJE DEL CUERPO IMPRESOR DE LA CUARTA UNIDAD.	LA MÁQUINA NO SE PUEDE PONER EN MARCHA.			
		D	INCAPAZ DE LUBRICAR LAS UNIDADES DE LA MÁQUINA.	4	1.- CAÑERÍA ROTA, NO CIRCULA ACEITE POR LA MÁQUINA.	LA MÁQUINA QUEDA SECA, SE AGRIPA.			
		E	NO FUNCIONA LA CUARTA UNIDAD.	3	1.- CUARTA UNIDAD DEFECTUOSA DEBIDO A QUE ENGRANAJE EN MAL ESTADO GOLPEA PARTE DE LA UNIDAD.	LA MÁQUINA NO SE PUEDE PONER EN MARCHA, UNA FALLA PREVIA A ESTA GENERÓ OTRA COMO CONSECUENCIA.			
		F	LAS MÁQUINA NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN MOVIMIENTO.	5	1.- EL RIEE SE ENCUENTRA SUELO O SUJETADO.	EL RODILLO SE AGRIPA, POR LO CUAL LA IMPRESIÓN SALE FUERA DE POSICIÓN.			
				5	2.- TÉRMICO SUELO.	EL RODILLO SE AGRIPA, POR LO CUAL LA IMPRESIÓN SALE FUERA DE POSICIÓN.			
				4	3.- FALTA LUBRICACIÓN.	EL RODILLO SE AGRIPA, POR LO CUAL LA IMPRESIÓN SALE FUERA DE POSICIÓN.			
		G	NO ES CAPAZ DE CONECTAR ENTINTADORES AUTOMÁTICOS.	4	1.- RESORTE FUERA DE POSICIÓN, NO CONECTA.	DESCONECTA PRESIÓN DE ENTINTADORES, MÁQUINA NO IMPRIME.			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.46: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 5).

SISTEMA		PLANETA		Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
SUBSISTEMA		UNIDAD DE IMPRESIÓN		Rodrigo Prado	02-09-2013	2
FUNCIÓN		MODO DE FALLA		Auditor	Fecha término	de
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)			31-12-2013	2
2. TRASLADAR LOS PLEGOS POR LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, INCORPORANDO ENTINTADO Y/O BARNIZADO ADECUADOS.		EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)				
A		INCAPAZ DE SACAR PLEGOS CORRECTAMENTE, EN CUANTO A COLORES Y/O DISEÑO.		NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.		
B		NO IMPRIME EN FORMA APROPIADA.		NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.		
		5 1.- TINTAS DE MALA CALIDAD.		IMPRESIÓN DEFECTUOSA.		
		4 2.- FALLAN RODILLOS ENTINTADORES.		LAS PARTES CON FOTOGRAFÍA NO LOGRAN TOMAR LA TINTA DE MANERA ADECUADA, POR LO CUAL NO SE PUEDE IMPRIMIR.		
		5 3.- FALLA BOMBA SOLUCIÓN CON FUGAS, NO SE LOGRA TENER LA CANTIDAD ADECUADA DE AGUA.		NO SE LOGRA ESTABILIZAR EL COLOR EN EL PLEGO. APARECEN MARCAS EN EL PLEGO LUEGO DEL PROCESO DE IMPRESIÓN. TERCERA UNIDAD TIRA PLEGOS CON BETAS.		
		3 4.- RODILLOS DESGASTADOS.		NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.		
		3 1.- EL MATERIAL VIENE CON DEFECTOS (PLEGO DOBLE, PLEGO CHUECO).				

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.47: Hoja de Información RCM II para máquina Planeta (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	PLANETA		Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
		SUBSISTEMA	SALIDA		Rodrigo Prado	02/09/2013	6
					Auditor	31/12/2013	6
FUNCIÓN		FALTA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)			
1	RECIBIR LOS PLEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	A NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE TARIMA DE SALIDA.	4 1- FALLA SENSOR BAJADA AUTOMÁTICA ALZA PILA.	LA TARIMA NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE A MENUDO QUE SE VA LLENANDO, POR LO TANTO ESTA ACCIÓN SE TIENE QUE REALIZAR DE MANERA MANUAL.			
		B NO SE COLOCA REJA DE SALIDA.	5 1- NO FUNCIONA VENTILADORES DE COMPRESIÓN.	SE TIENE QUE DETENER LA IMPRESIÓN PARA CAMBIAR LA TARIMA MANUALMENTE. EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE SE QUIEBRE EL MOTOR DEL SISTEMA NON STOP.			
		C DEJA DE CONTAR LA CANTIDAD DE PLEGOS.	4 2- FALLA EN EL SISTEMA NON STOP.	NO SE INSERTA LA REJA, SE DETIENE LA MÁQUINA Y SE TIENE QUE CAMBIAR LA TARIMA MANUALMENTE.			
		D LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN NO SON CAPACES DE SUCCIONAR LOS PLEGOS.	4 1- FALLA CONTADOR.	NO SE SABE LA CANTIDAD EXACTA DE PLEGOS IMPRESOS QUE SALEN DE LA MÁQUINA. ES POR ESTO QUE ESTA ACCIÓN SE TIENE QUE HACER DE MANERA MANUAL, UTILIZANDO LA ALTURA DE LA TARIMA DE SALIDA JUNTO CON EL GROSOR DE LOS PLEGOS.			
		E NO SE PUEDEN SEPARAR LOS PLEGOS.	5 1- SE TAPAN LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN.	PLEGO SALE MAL, FUERA DE POSICIÓN.			
			3 1- MANGUERA DESCONECTADA.	INCURRE EN UN MAL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA, PÉRDIDA DE TIEMPO EN EL CAMBIO DE FORMATO.			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.3 Selección fallas funcionales críticas.

Luego de desarrollar los aspectos necesarios para obtener la Hoja de información RCM II se seleccionaron las dos fallas funcionales con mayor impacto de cada subsistema; dicha selección no forma parte de la metodología RCM II, pero si es necesaria como medio para filtrar y seleccionar las fallas funcionales que generan un mayor impacto dentro de la disponibilidad operacional de las máquinas en cuestión. Para determinar esto, se consideraron los siguientes factores:

- **Frecuencia:** corresponde a la cantidad de veces que ocurre una determinada falla funcional durante el período de tiempo establecido para la evaluación.
- **Seguridad:** hace referencia a si la falla funcional genera un daño a los operarios.
- **Ambiente:** hace referencia a si la falla funcional genera un daño al medio ambiente.
- **Impacto en producción:** este factor se evalúa de acuerdo a la duración en que la máquina se encuentra detenida, debido a la falla funcional. Si la detención ocurre más de una vez, se debe evaluar de acuerdo a su tiempo promedio.
- **Consecuencias:** corresponde a la suma de las ponderaciones de seguridad, ambiente y producción.
- **Riesgo (Impacto):** se refiere al impacto total en que la falla funcional afecta en la disponibilidad operacional de las máquinas. Para calcular este factor se debe multiplicar el valor de las frecuencias con el de las consecuencias.

La tabla 4.48 señala el peso que se asigna a cada falla funcional en cuanto a seguridad y medio ambiente, mientras que la tabla 4.49 indica la ponderación que se le otorga a cada falla funcional en cuanto a su duración:

Tabla 4.48: Peso asignado a fallas funcionales en términos de seguridad y ambiente.

CUALIDAD PARA SEGURIDAD Y AMBIENTE	PESO
MUY ALTO.	5
ALTO.	4
MEDIO.	3
BAJO.	2
MUY BAJO	1
NINGUNO	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.49: Peso asignado a fallas funcionales en términos de producción.

CUALIDAD PARA PRODUCCIÓN (TIEMPO PROMEDIO MODO DE FALLA)	PESO
DESDE 08:00:00 HORAS EN ADELANTE	5
DE 06:00:00 A 07:59:00 HORAS	4
DE 04:00:00 A 05:59:00 HORAS	3
DE 02:00:00 A 03:59:00 HORAS	2
DE 00:01:00 A 01:59:00 HORAS	1

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran las tablas de análisis de impacto, separadas por sus subsistemas correspondientes:

Tabla 4.50: Análisis de impacto Subsistema General para máquina Planeta.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: PLANETA / SUBSISTEMA: GENERAL	IMPACTOS					SUMA DE IMPACTOS	RIESGO
	F	S	A	P	C		
FALLAS FUNCIONALES	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO FXC	
	19	0	0	3	3	57	
LA MÁQUINA NO PARTE O NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN FUNCIONAMIENTO, DEBIDO A ALGUNA FALLA ASOCIADA AL TABLERO PRINCIPAL.	1	1	0	2	3	3	
NO INDICA NIVEL O PRESIÓN DE ACEITE.	3	0	0	3	3	9	
MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR.	1	2	0	1	3	3	
NO LOGRAN ENFRIAR COMPRESORES QUE ESTÁN AL INTERIOR DE LA MÁQUINA.							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.51: Análisis de impacto Subsistema Abastecimiento para máquina Planeta.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: PLANETA / SUBSISTEMA: ABASTECIMIENTO	IMPACTOS						SUMA DE IMPACTOS	RIESGO
	F	S	A	P	C	R		
	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO FXC		
NO SE LOGRA ABASTECER LA MÁQUINA CON PLEGOS.	1	0	0	1	1	1	1	
NO ES CAPAZ DE TIRAR EL PLEGO ADECUADAMENTE.	2	0	0	1	1	2	2	
NO ES CAPAZ DE DETECTAR Y DETENER EL PRODUCTO DEFECTUOSO.	2	1	0	1	2	4	4	
LAS RUEDAS NO ARRASTRAN ADECUADAMENTE LOS PLEGOS (ESTAS SE ENCUENTRAN AL PRINCIPIO DE LA MÁQUINA).	1	1	0	1	2	2	2	
HACE QUE EL SENSOR TENGA UNA LECTURA ERRÓNEA EN CUANTO A LA ENTRADA DE MATERIAL.	5	0	0	2	2	10	10	
NO SE PUEDE DETENER IMPRESIÓN.	1	1	0	1	2	2	2	
LAS PINZAS NO SON CAPACES DE AGARRAR LOS PLEGOS.	2	0	0	1	1	2	2	
EL DISEÑO NO SALE ACORDE AL FORMATO ESTABLECIDO PREVIAMENTE.	3	0	0	5	5	15	15	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.52: Análisis de impacto Subsistema U. de Impresión para máquina Planeta.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: PLANETA / SUBSISTEMA: UNIDAD DE IMPRESIÓN	IMPACTOS						SUMA DE IMPACTOS	RIESGO
	F	S	A	P	C	R		
	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO FXC		
FALLAS FUNCIONALES								
CUERPOS IMPRESORES, SEGURO REJA.	1	0	0	2	2	2	2	
LA MÁQUINA NO PUEDE REALIZAR TIRO Y RETIRO.	4	0	0	3	3	12	12	
NO CONECTA EL CUERPO CILINDRO IMPRESOR, CAUCHO Y PLANCHA.	11	0	0	5	5	55	55	
INCAPAZ DE LUBRICAR LAS UNIDADES DE LA MÁQUINA.	2	1	0	2	3	6	6	
NO FUNCIONA LA CUARTA UNIDAD.	1	0	0	4	4	4	4	
LAS MÁQUINA NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN MOVIMIENTO.	1	0	0	2	2	2	2	
NO ES CAPAZ DE CONECTAR ENTINTADORES AUTOMÁTICOS.	1	0	0	2	2	2	2	
INCAPAZ DE SACAR PLEGOS CORRECTAMENTE, EN CUANTO A COLORES Y/O DISEÑO.	7	0	0	1	1	7	7	
NO IMPRIME EN FORMA ÓPTIMA.	1	0	0	1	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.53: Análisis de impacto Subsistema Salida para máquina Planeta.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: PLANETA / SUBSISTEMA: SALIDA	IMPACTOS					SUMA DE IMPACTOS	RIESGO
	F	S	A	P	C	R	
FALLAS FUNCIONALES	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO FXC	
NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE TARIMA DE SALIDA.	6	1	0	1	2	12	
NO SE COLOCA REJA DE SALIDA.	2	1	0	1	2	4	
DEJA DE CONTAR LA CANTIDAD DE PUEGOS.	3	0	0	1	1	3	
LOS ORIFICIOS DE ASPIRACIÓN NO SON CAPACES DE SUCCIONAR LOS PUEGOS.	1	0	0	1	1	1	
NO SE PUEDEN SEPARAR LOS PUEGOS.	1	0	0	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia.

Luego de calcular el impacto asociado a cada falla funcional, las fallas seleccionadas se muestran en la tabla 4.54, las cuales corresponden a las dos fallas funcionales con mayor riesgo (impacto) de cada subsistema:

Tabla 4.54: Fallas funcionales seleccionadas para máquina Planeta.

FALLAS SELECCIONADAS PARA TRABAJAR / MÁQUINA: PLANETA	
FALLAS FUNCIONALES	SUBSISTEMAS
LA MÁQUINA NO PARTE O NO ES CAPAZ DE PERMANECER EN FUNCIONAMIENTO, DEBIDO A ALGUNA FALLA ASOCIADA AL TABLERO PRINCIPAL	GENERAL
MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR.	GENERAL
EL DISEÑO NO SALE ACORDE AL FORMATO ESTABLECIDO PREVIAMENTE.	ABASTECIMIENTO
HACE QUE EL SENSOR TENGA UNA LECTURA ERRÓNEA EN CUANTO A LA ENTRADA DE MATERIAL.	ABASTECIMIENTO
NO CONECTA EL CUERPO CÍLINDRO IMPRESOR, CAUCHO Y PLANCHA.	UNI. DE IMPRESIÓN
LA MÁQUINA NO PUEDE REALIZAR TIRO Y RETIRO.	UNI. DE IMPRESIÓN
NO BAJA AUTOMÁTICAMENTE TARIMA DE SALIDA.	SALIDA
NO SE COLOCA REJA DE SALIDA.	SALIDA

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Metodología RCM II: Etapa de decisión.

El último paso de la metodología RCM II es desarrollar la etapa de decisión, la cual consta de las siguientes etapas:

4.4.1 Evaluación del Diagrama de Decisión RCM II.

Tras haber seleccionado las fallas funcionales que generan un mayor impacto en la disponibilidad operacional de las máquinas de impresión, el siguiente paso del proceso de decisión RCM II es responder las preguntas formuladas en el Diagrama de Decisión RCM II (mencionado en el capítulo 3, figura 3.9) para cada modo de falla asociado a las fallas funcionales escogidas anteriormente. De esta forma se puede conocer si las tareas propuestas a generar deben ser tareas a condición, de reacondicionamiento cíclico o de sustitución cíclica.

Como se puede ver en las siguientes tablas, las columnas de “Referencia de Información” corresponden a la enumeración de las funciones, fallas funcionales y modos de falla seleccionados, identificada en las Hojas de Información RCM II (sección 4.2.5), mientras que en las columnas de “Evaluación de las Consecuencias” se encuentran las respuestas a las preguntas del Diagrama de Decisión RCM II, con el fin de determinar si el modo de falla no es evidente para los operarios o si está asociado a un tema de seguridad, de medio ambiente o de producción. En el caso de las máquinas de la planta de la empresa, la pérdida de una función siempre es evidente para los operarios, debido a que si ocurre cualquier tipo de avería, la máquina realiza su funcionamiento de manera incorrecta, con paradas reiteradas o se detiene por completo; es por esto que todas las columnas asociadas a la pregunta “H” (¿Será evidente a los operarios la pérdida de función causada por este modo de falla actuando por sí solo en circunstancias normales?) tienen una respuesta afirmativa (letra S). También se debe destacar que todos los modos de falla que están fuera del alcance del mantenimiento debido a que son causados por factores externos a la máquina (mencionados en las tabla... de efectos de falla), no pueden tener ningún tipo de mantenimiento programado, por lo que cada respuesta asociada a estos tipos de averías son negativas (letra N). Posterior a la evaluación del tipo de consecuencia que conlleva cada modo de falla seleccionado, se debe definir el tipo de tarea propuesta que se debe realizar para estas averías; esto se ve reflejado en las columnas que prosiguen a las de Evaluación de las consecuencias (H1-S1-O1-N1; H2-S2-O2-N2; H3-S3-O3-N3), las cuales corresponden al desglose de las preguntas generales del Diagrama de Decisión RCM II. Además, cabe mencionar que a los modos de falla seleccionados no se les asigna alguna acción “a falta de”, debido a que las averías que no producen daños a la seguridad de los operarios o al medio ambiente, siempre se encuentran asociadas a pérdidas de producción, lo cual se refleja en el tiempo de disponibilidad operacional perdido debido a dichas detenciones imprevistas. Todo este análisis se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 4.55: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 1).

HOJA DE DECISIÓN RCM II			SISTEMA PLANETA									
			SUBSISTEMA GENERAL									
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-
1	A	2	S	N	N	S	S			-	-	-
1	A	3	S	N	N	S	S			-	-	-
1	C	1	S	N	N	S	N	S		-	-	-

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.56: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 2).

HOJA DE DECISIÓN RCM II			SISTEMA PLANETA									
			SUBSISTEMA ABASTECIMIENTO									
Referencia de información							H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
2	A	1	S	N	N	S	S			-	-	-
2	D	1	S	N	N	S	S			-	-	-

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.57: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 3).

HOJA DE DECISIÓN RCM II			SISTEMA PLANETA									
			SUBSISTEMA UNIDAD DE IMPRESIÓN									
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-
1	C	1	S	N	N	S	S			-	-	-

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.58: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 4).

HOJA DE DECISIÓN RCM II			SISTEMA PLANETA									
			SUBSISTEMA SALIDA									
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
1	A	1	S	N	N	S	S			-	-	-
1	B	1	S	N	N	S	N	S		-	-	-
1	B	2	S	N	N	S	S			-	-	-

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.4.2 Tareas propuestas.

Luego de evaluar el Diagrama de Decisión RCM II, se definen las tareas propuestas. Para el caso de ambas máquinas, tanto el intervalo inicial (período en el que se desarrollarán las tareas propuestas), la duración de cada mantención y el encargado de realizar esta (maestro, operario y/o temporero) fueron consensuados junto con el personal encargado de operar las máquinas de la planta. Las siguientes tablas muestran las tareas propuestas que se generaron para la máquina Planeta:

Tabla 4.59: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 1).

PLANETA		
GENERAL		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
REVISAR EL RELE Y SUSTITUIR LOS QUE NO CUMPLEN ADECUADAMENTE (SELLOS CON TAPAS).	SEMESTRAL.	ELÉCTRICO.
CONSTATAR QUE LOS ENCHUFES TENGAN TORNILLOS QUE LE PERMITAN ESTAR EN LA POSICIÓN CORRECTA.	DIARIO.	MAESTRO Y OPERARIOS.
REVISAR PARTE ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA, PARA SABER QUE LE ESTÁ SUCEDIENDO AL TÉRMICO (SON PROTECCIONES).	SEMESTRAL.	ELÉCTRICO.
HACER UN CHEQUEO COMPLETO AL MOTOR PRINCIPAL CUANDO SE SUSTITUYE POR OTRO DE REPUESTO, YA QUE SON DOS Y SE VAN ROTANDO.	SEMESTRAL.	ELÉCTRICO/MECÁNICO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.60: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 2).

PLANETA		
ABASTECIMIENTO		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
VERIFICAR QUE ESTÉ TRABAJANDO BIEN ELÉCTRICAMENTE (YA QUE ES EL QUE TOMA LAS PINZAS).	SEMESTRAL.	ELÉCTRICO.
COMPROBAR QUE LAS PINZAS ESTÉN BIEN LUBRICADAS (ENGRASADAS). [LOS POLINES SON LOS QUE HACEN EL MOVIMIENTO A LAS PINZAS]	SEMANAL (ENGASE DE POLINES SEMESTRAL).	MAESTRO Y OPERARIOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.61: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 3).

PLANETA		
UNIDAD DE IMPRESIÓN		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
REALIZAR UN SEGUIMIENTO AL SOPORTE INVERSOR (HACERLE ENGRASE [LUBRICACION]).	SEMANAL.	MAESTRO.
MANTENCIÓN Y LUBRICACIÓN A LOS FILTROS DE ACEITE, CALIDAD DEL ACEITE (POR INERCIA CAE EN LA MÁQUINA).	ANUAL.	MECÁNICO/MAESTRO Y OPERARIOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.62: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. Planeta (Hoja 4).

PLANETA		
SALIDA		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
HACER UNA LIMPIEZA, YA QUE EL MISMO POLVO ENSUCIA E IMPIDE SU FUNCIONAMIENTO.	SEMANAL.	MAESTRO Y OPERARIOS.
ENVÍO DE VENTILADORES PARA SU REPARACIÓN.	ANUAL.	ELÉCTRICO/MECÁNICO.
HACER UNA LUBRICACIÓN A LA REJA DEL NON STOP.	SEMANAL.	MECÁNICO/MAESTRO Y OPERARIOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

4.4.3 Hoja de Decisión RCM II.

Para finalizar con la etapa de decisión se desarrolla la Hoja de Decisión RCM II, la cual se compone de los aspectos trabajados anteriormente en esta sección. Cabe mencionar que en la parte superior de la Hoja de Decisión RCM II se deben identificar las mismas características que se encuentran en la Hoja de Información RCM II, presentada anteriormente en la sección 4.2.5. Las Hojas de Decisión RCM II para la máquina Planeta se muestran a continuación:

Tabla 4.63: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 1).

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA PLANETA										SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°	
		SUBSISTEMA GENERAL										2	Rodrigo Prado	02/09/2013	1	
Referencia de información	Evaluación de las consecuencias		H1	H2	H3	Acción a falta de				Intervalo inicial	A realizarse por					
	F	FF	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4			H5	H4	H5	H4	H5
1 A 1	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	-	-	-	SEMESTRAL	ELÉCTRICO.
1 A 2	S	N	S	N	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	DIARIO.	MAESTRO Y OPERARIOS.
1 A 3	S	N	S	N	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	SEMESTRAL	ELÉCTRICO.
1 C 1	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	-	-	-	SEMESTRAL	ELÉCTRICO/MECÁNICO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.65: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 3).

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA PLANETA										SISTEMA N° 2	Facilitador Rodrigo Prado	Fecha inicio 02/09/2013	Hoja N° 3
		SUBSISTEMA UNIDAD DE IMPRESIÓN										SUBSISTEMA N° 3	Auditor	Fecha término 31/12/2013	de 4
Referencia de información	F	Evaluación de las consecuencias		H1			H2			H3			Intervalo inicial	A realizarse por	
		H	S	S1	O1	N1	S2	O2	N2	S3	O3	N3			
FF	FM	H	S	E	O	N	S	N	S	N	S	S	SEMANAL	MAESTRO.	
1	B	1	S	N	S	N	S	N	S	N	S	S	REALIZAR UN SEGUIMIENTO AL SOPORTE INVERSOR (HACERLE ENGRASE [LUBRICACION]).	ANUAL	MECÁNICO/MAESTRO Y OPERARIOS.
1	C	1	S	N	S	N	S	N	S	N	S	S	MANTENCIÓN Y LUBRICACIÓN A LOS FILTROS DE ACEITE, CALIDAD DEL ACEITE (POR INERCIA CAEN LA MÁQUINA).		

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Tabla 4.66: Hoja de Decisión RCM II para máquina Planeta (Hoja 4).

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA PLANETA										SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°	
		SUBSISTEMA SALIDA										2	Rodrigo Prado	02/09/2013	4	
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de				Intervalo inicial	A realizarse por	
				H	S	E				O	H4	H5	S4			
1	A	1	S	N	N	S	S								SEMANAL.	MAESTRO Y OPERARIOS.
1	B	1	S	N	N	S	N	S							ANUAL.	ELÉCTRICO/MECÁNICO.
1	B	2	S	N	N	S	S								SEMANAL.	MECÁNICO/MAESTRO Y OPERARIOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Capítulo 5: Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la Empresa Productos Torre S.A.

El desarrollo de este capítulo presenta el plan de mantenimiento propuesto para el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A., el cual se elabora para el año 2014 (desde Enero a Diciembre). Este desarrollo muestra la metodología aplicada para la máquina Planeta, mientras que la aplicación de la misma para la máquina SPC se encuentra en el Anexo.

5.1 Selección de turno para propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento.

La finalidad de esta sección es determinar en cuál de los tres turnos se debe implantar la propuesta de mejoramiento para las máquinas de impresión, mediante la evaluación de la producción tanto en cantidad como en tiempo. Para realizar este análisis se consideró un lapso de dos semanas, en donde la máquina Planeta no presentó fallas que mermaran su disponibilidad operacional de manera considerable (estas semanas forman parte de los cuatro meses considerados para el desarrollo de esta memoria). La siguiente simbología se considera para el análisis de ambas máquinas:

Tabla 5.1: Simbología para análisis de turnos.

SIMBOLOGÍA	
	FERIADO
	MANTENCIÓN PROGRAMADA
	DOMINGO TRABAJADO
	DÍAS CONSIDERADOS PARA EL ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE TURNO

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.2 corresponde al período en el que se registra la información para la máquina Planeta:

Tabla 5.2: Período establecido para análisis de turnos, máquina Planeta.

CALENDARIO SEPTIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5.3 se muestran los resultados totales del análisis de cada turno para la máquina Planeta, con el objeto de seleccionar en cuál se propondrá la implementación. Dicho análisis considera las variables de cantidad y tiempo.

Tabla 5.3: Tabla comparativa producción para máquina Planeta.

TABLA COMPARATIVA PRDUCCIÓN						
TURNOS	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	LO QUE FALTÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS	PORCENTAJE DE LO QUE SE FABRICÓ	PORCENTAJE DE LO QUE FALTÓ
1	349057	193920	155137	50,833	55,555%	44,445%
2	299039	194700	104339	50,417	65,109%	34,891%
3	396467	178650	217817	37,417	45,060%	54,940%

Fuente: Elaboración propia.

El turno dos se descarta debido a que es donde la totalidad del departamento productivo se encuentra trabajando, por lo cual cualquier cambio en la planificación productiva se realiza inicialmente en este turno, por lo que no sería lo ideal sobrecargar este con un plan de mejora, el cual les quitaría tiempo de reacción en caso de cualquier evento inesperado.

En lo que respecta a los otros dos turnos (uno y tres), el que presenta una menor eficiencia es el turno uno (turno uno: 3.052 unidades por hora; turno tres: 4.775 unidades por hora). Por lo tanto, para la máquina Planeta se propone implementar la propuesta de mejora de mantenimiento en el turno uno., ya que carece de sentido insertar esta en el turno que presenta una mayor eficiencia, entorpeciendo su funcionamiento.

5.2 Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento.

5.2.1 Carta Gantt.

La finalidad que tiene la Carta Gantt es diseñar la planificación para la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. Esta planificación se formula a partir de las tareas propuestas mencionadas en las hojas de decisión RCM II (sección 4.4.3).

A continuación se presentan las cartas Gantt asociadas a la máquina Planeta. Las cartas que se muestran en esta sección corresponden a los meses utilizados para análisis de la disponibilidad operacional del año 2013 (desde Septiembre a Diciembre). Es importante considerar que el plan de mantención cubre íntegramente el año 2014, por lo cual su diseño comienza en Enero de dicho año (las cartas Gantt que cubren el período Enero-Agosto se encuentran en el anexo). De esta manera se puede establecer una comparación entre el año 2013 y el año 2014, con el fin de establecer el impacto que tiene la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.

5.2.2 Resultados de la aplicación de las tareas propuestas para el período establecido.

A continuación en la tabla 5.8 se muestran los resultados de la aplicación de las tareas propuestas para cada mes durante el período establecido. Estos tiempos serán utilizados como el tiempo destinado a mantención programada para el año 2014.

Tabla 5.8: Total tiempo destinado a tareas propuestas, máquina Planeta.

TAREAS PROPUESTAS	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL
REVISAR EL RELE Y SUSTITUIR LOS QUE NO CUMPLEN ADECUADAMENTE (SELLOS CON TAPAS).	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	00:05:00	00:05:00
CONSTATAR QUE LOS ENCHUFES TENGAN TORNILLOS QUE LE PERMITAN ESTAR EN LA POSICIÓN CORRECTA.	24	00:10:00	04:00:00	26	00:10:00	04:20:00	24	00:10:00	04:00:00	25	00:10:00	04:10:00
REVISAR PARTE ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA, PARA SABER QUE LE ESTÁ SUCEDIENDO AL TÉRMICO (SON PROTECCIONES)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	01:00:00	01:00:00
HACER UN CHEQUEO COMPLETO AL MOTOR PRINCIPAL CUANDO SE SUSTITUYE POR OTRO DE REPUESTO, YA QUE SON DOS Y SE VAN ROTANDO.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	06:00:00	06:00:00
VERIFICAR QUE ESTÉ TRABAJANDO BIEN ELÉCTRICAMENTE (YA QUE ES EL QUE TOMA LAS PINZAS).	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	01:00:00	01:00:00
COMPROBAR QUE LAS PINZAS ESTÉN BIEN LUBRICADAS (ENGRASADAS), [LOS POLINES SON LOS QUE HACEN EL MOVIMIENTO A LAS PINZAS]	4	07:30:00	30:00:00	4	07:30:00	30:00:00	4	07:30:00	30:00:00	5	07:30:00	37:30:00
REALIZAR UN SEGUIMIENTO AL SOPORTE INVERSOR (HACERLE ENGRASE [LUBRICACIÓN]).	4	00:15:00	01:00:00	4	00:15:00	01:00:00	4	00:15:00	01:00:00	5	00:15:00	01:15:00
MANUTENCIÓN Y LUBRICACIÓN A LOS FILTROS DE ACEITE, CALIDAD DEL ACEITE (POR INERCIA CAE EN MÁQUINA).	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	02:00:00	02:00:00
HACER UNA LIMPIEZA, YA QUE EL MISMO POLVO ENSUCIA E IMPIDE SU FUNCIONAMIENTO.	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	5	01:00:00	05:00:00
ENVÍO DE VENTILADORES PARA SU REPARACIÓN.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	22:30:00	22:30:00
HACER UNA LUBRICACIÓN A LA REJA DEL NON STOP.	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	5	01:00:00	05:00:00
			TOTAL 43:00:00			TOTAL 43:20:00			TOTAL 43:00:00			TOTAL 85:30:00
												TOTAL 4 MESES 214:50:00

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Proyección.

Para poder realizar un plan de mantenimiento programado para el año 2014, es necesario proyectar el tiempo de las fallas funcionales a suprimir correspondientes al período de evaluación establecido del año 2013, con el fin de visualizar cuán incidente es la supresión de dichas fallas. Esta proyección se logra a través de la aplicación de la herramienta estadística llamada media ponderada, tomando como base los datos obtenidos durante el período evaluado en el año 2013. Esta medida de tendencia asigna un peso a cada mes, de acuerdo a la siguiente premisa: el peso mayor se asigna al último mes, debido a que este es tomado como el más importante al ser el más actual. Luego, el orden hacia los meses anteriores es de manera decreciente. Estos datos se pueden ver en la tabla 5.9:

Tabla 5.9: Porcentaje media ponderada.

PORCENTAJE MEDIA PONDERADA	10%	0,1
	20%	0,2
	30%	0,3
	40%	0,4
	100%	1

Fuente: Elaboración propia, en base a herramienta media ponderada.

La tabla 5.10 muestra el resultado del tiempo total mensual de las fallas detectadas en el período establecido. Estas fallas se dividen en las siguientes categorías:

- **Fallas imprevistas:** Corresponden a las fallas que ocurren en las máquinas, pero que no se pueden prever.
- **Fallas imprevistas a suprimir:** Corresponden a las fallas imprevistas que se detectaron en el año 2013, las cuales fueron seleccionadas en el análisis de impacto en la sección 4.3. Para el año 2014, se presume su ocurrencia y se eliminarán.

- **Fallas imprevistas no suprimidas:** Son las fallas imprevistas que se detectaron en el año 2013, se presume su ocurrencia y no se eliminarán para el año 2014.

Para todo el análisis de esta sección, el número uno (1.-) corresponde al tiempo total de fallas imprevistas, mientras que el número dos (2.-) corresponde al tiempo de fallas imprevistas a suprimir:

Tabla 5.10: Tiempo paradas imprevistas 2013 para máquina Planeta.

AÑO: 2013	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1.- TIEMPO TOTAL FALLAS IMPREVISTAS	67:45:00	111:50:00	218:20:00	45:25:00	443:20:00
2.- TIEMPO DE FALLAS IMP. A SUPRIMIR	55:35:00	83:30:00	213:35:00	40:35:00	393:15:00
TOTAL	12:10:00	28:20:00	04:45:00	04:50:00	50:05:00

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.11 corresponde a la aplicación de la media ponderada para el período en cuestión:

Tabla 5.11: Aplicación media ponderada para máquina Planeta.

	2014															
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1.-	67:45:00	111:50:00	218:20:00	45:25:00	112:48:30	113:35:54	110:11:55	105:15:44	109:09:54	108:38:39	108:16:46	108:15:51	108:26:06	108:22:25	108:21:38	108:22:11
2.-	55:35:00	83:30:00	213:35:00	40:35:00	102:34:00	104:16:06	101:57:08	96:37:59	100:20:57	99:56:49	99:36:19	99:33:34	99:43:47	99:40:32	99:39:41	99:40:09

Fuente: Elaboración propia, en base a herramienta media ponderada.

Como los tiempos del desarrollo de esta memoria se registran en horas y minutos, en esta sección se trabaja de la misma forma. Es por esto que la tabla 5.12 tiene como finalidad aproximar los tiempos obtenidos en la tabla anterior, dejando estos en horas y minutos:

Tabla 5.12: Aproximación de tiempos para máquina Planeta.

APROXIMACIÓN				
1.-	108:26:00	108:22:00	108:22:00	108:22:00
2.-	99:44:00	99:41:00	99:40:00	99:40:00

* Sobre 30 segundos se aproxima a uno, bajo 30 segundos se aproxima a cero.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.13 muestran el resultado de la proyección para el año 2014 en el período de evaluación establecido en el año 2013, con el fin de poder determinar la diferencia que resulta entre el tiempo proyectado de fallas imprevistas y el tiempo proyectado de fallas imprevistas a suprimir. Dicha diferencia, corresponde al tiempo fallas imprevistas no suprimidas, las cuales no se seleccionaron para trabajar en el momento de evaluar el impacto de cada falla funcional (sección 4.3).

Tabla 5.13: Resultados proyección 2014 para máquina Planeta.

AÑO: 2014	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1.- TIEMPO TOTAL FALLAS IMPREVISTAS	108:26:00	108:22:00	108:22:00	108:22:00	433:32:00
2.- TIEMPO DE FALLAS IMP. A SUPRIMIR	99:44:00	99:41:00	99:40:00	99:40:00	398:45:00
TOTAL	08:42:00	08:41:00	08:42:00	08:42:00	34:47:00

Fuente: Elaboración propia, en base a herramienta media ponderada.

5.2.4 Disponibilidad operacional 2014.

En esta sección se muestra la estimación de la disponibilidad operacional para el año 2014. Es necesario mencionar que los tiempos destinados a mantención programada fueron obtenidos en la sección 5.2.2 y los tiempos de fallas imprevistas no suprimidas fueron calculados en la sección 5.2.3.

La simbología de la tabla 5.14 se considera para el análisis de ambas máquinas y se utiliza para poder distinguir los días que se tomaron en cuenta para el cálculo de la disponibilidad operacional:

Tabla 5.14: Simbología para disponibilidad operacional 2014.

SIMBOLOGÍA	
	DÍA CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)
	FERIADO
	DÍA NO TRABAJADO

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.15 corresponde al período en el que se registra la información:

Tabla 5.15: Calendario disponibilidad operacional 2014 para el período establecido.

MES: SEPTIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					
MES: OCTUBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		
MES: NOVIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
MES: DICIEMBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.16 muestra los cálculos del tiempo de disponibilidad operacional para cada mes durante el período evaluado para la máquina Planeta:

Tabla 5.16: Cálculo disponibilidad operacional 2014 para máquina Planeta.

MES: SEPTIEMBRE		
CUADRO RESUMEN SEPTIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	24 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	2 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	540:00:00	540 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	43:00:00	43 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	08:42:00	8,7 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	497:00:00	497 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	488:00:00	488 HORAS
MES: OCTUBRE		
CUADRO RESUMEN OCTUBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	26 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	585:00:00	585 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	43:20:00	43,333 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	08:41:00	8,683 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	541:40:00	541,667 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	533:00:00	533 HORAS
MES: NOVIEMBRE		
CUADRO RESUMEN NOVIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	24 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	540:00:00	540 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	43:00:00	43 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	08:42:00	8,7 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	497:00:00	497 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	488:00:00	488 HORAS
MES: DICIEMBRE		
CUADRO RESUMEN DICIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	25 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	2 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	562:30:00	562,5 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	85:30:00	85,5 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	08:42:00	8,7 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	477:00:00	477 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	468:00:00	468 HORAS

Fuente: Elaboración propia.

Con los cálculos desarrollados anteriormente, se obtienen los siguientes resultados totales correspondientes al período establecido:

Tabla 5.17: Cálculo total disponibilidad operacional 2014 para máquina Planeta.

TABLA RESUMEN TIEMPOS PARA LOS 4 MESES (DESDE SEPTIEMBRE HASTA DICIEMBRE)			
TIEMPO TOTAL FUNCIONAMIENTO 4 MESES	2012,667 HORAS	2012:40:00	100 %
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS 4 MESES	34,783 HORAS	34:47:00	1,728 %
TIEMPO REAL ESTIMADO DE TRABAJADO 4 MESES	1977,883 HORAS	1977:53:00	98,272 %

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Plan de repuestos.

Para finalizar con la sección correspondiente a la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento, se presenta el siguiente plan de repuestos para el año 2014, asociado a las tareas propuestas presentadas en la sección 4.4.2. Estos repuestos al ser utilizados en el año 2014 no tendrán que ser restituidos, salvo que ocurra una situación extraordinaria dentro del Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A.

Tabla 5.18: Plan de repuestos para máquina Planeta.

PLAN DE REPUESTOS PARA MÁQUINA PLANETA			
CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
10	RELÉS.	\$4.000	\$40.000
20	TORNILLOS.	\$2.000	\$40.000
10	TÉRMICOS.	\$50.000	\$500.000
1	MOTOR PRINCIPAL.	\$4.000.000	\$4.000.000
1	GRASERA.	\$74.000	\$74.000
1	PULVERIZADORA.	\$535.900	\$535.900
1	GRASA.	\$4.500	\$4.500
1	ACEITE.	\$4.800	\$4.800
1	BROCHA.	\$300	\$300
10	FILTROS DE ACEITE.	\$2.500	\$25.000
1	AEROSOL LIMPIA CONTACTO.	\$3.590	\$3.590
2	VENTILADORES.	\$350.000	\$700.000
1	CREMALLERA DE REJA NON STOP.	\$800.000	\$800.000
TOTAL			\$6.728.090

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

5.3 Costos asociados a la fabricación en las máquinas de impresión.

Cuando el Área de Impresión de la empresa es incapaz de generar la cantidad de productos planificada, esta se debe generar en un lugar externo a la planta (otra empresa). Esta situación ocurre debido al deterioro de las máquinas de dicha área, por lo que el costo de fabricar ese producto como mínimo se triplicará (dato referencial entregado por el Factory Accountant de la planta Torre; donde se hace referencia sólo a lo que cuesta producirlo en otro lugar, sin contabilizar costos de movilización del material, costos de bodega, etc.).

La tabla 5.19 muestra los costos de Mano de Obra Directa (MOD) asociados a la producción de las máquinas de impresión por hora de trabajo. Es importante mencionar que estos valores se utilizan para el año 2013 y 2014:

Tabla 5.19: Costos MOD para máquinas de impresión.

COSTOS DE PRODUCCIÓN MOD EN LAS MÁQUINAS DE IMPRESIÓN	
\$ 16.845	COSTO INTERNO PLANTA TORRE POR HORA DE TRABAJO.
\$ 50.535	COSTO EXTERNO ESTIMADO DE PRODUCCIÓN POR HORA DE TRABAJO.

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

En la tabla 5.20 se muestran los costos asociados a la producción interna y externa en la máquina Planeta, utilizando los datos mencionados en la tabla 5.19. Cabe recordar que la planta carece de un plan de repuestos asociados a las fallas que puedan ocurrir en el Área de Impresión, por lo que para el año 2013 no se contabiliza este ítem:

Tabla 5.20: Costo interno y externo de producción asociados a máquina Planeta.

PLANETA	2013				2014			
	TIEMPO	TIEMPO EN HORAS	COSTO INTERNO	COSTO EXTERNO	TIEMPO	TIEMPO EN HORAS	COSTO INTERNO	COSTO EXTERNO
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS	443:20:00	443,333	\$ 7.467.950	\$ 22.403.850	433:32:00	433,533	\$ 7.302.869	\$ 21.908.607
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS A SUPRIMIR	-	-	-	-	398:45:00	398,75	\$ 6.716.944	\$ 20.150.831
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	-	-	-	-	34:47:00	34,783	\$ 585.925	\$ 1.757.776
TIEMPO MANTENCIÓN PROGRAMADA	-	-	-	-	214:50:00	214,833	\$ 3.618.868	-
TIEMPO DE LIMPIEZA	47:30:00	47,5	\$ 800.138	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5.21 se muestra el costo total de mantención asociado a la máquina Planeta. Para el año 2013 el costo total resulta de la suma del costo interno y externo asociados al tiempo de fallas imprevistas, más el costo interno relacionado al tiempo de limpieza; mientras que para el año 2014 el costo total resulta de la suma del costo interno y externo asociados al tiempo de fallas imprevistas no suprimidas, más el costo interno relacionado al tiempo de mantención programada. Para este último año, se contabiliza el plan de repuestos asociado a la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión (sección 5.2.5).

Tabla 5.21: Costos totales de producción asociados a máquina Planeta.

PLANETA	2013	2014
COSTO TOTAL	\$ 30.671.938	\$ 5.962.569
REPUESTOS	-	\$ 6.728.090
TOTAL	\$ 30.671.938	\$ 12.690.659

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla 5.21, en el año 2014 existe un saldo a favor en relación al 2013 en cuanto a la mantención de la máquina Planeta.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

El objetivo general se consiguió realizando una propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. para el año 2014, a través de la aplicación de la metodología RCM II y de la utilización de las siguientes herramientas: análisis de impacto, media ponderada móvil y carta Gantt. Para que esta propuesta sea efectiva, se debió aumentar la disponibilidad operacional, evitando sobrepasar los costos de no realizar un plan de gestión de mantenimiento programado, entregando soluciones razonables y aplicables en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. Estos aspectos quedan demostrados a continuación:

- La disponibilidad operacional del año 2013 para el período establecido en el Área de Impresión, aumentaría de un 85,609% a un 97,843%. Esto se ilustra en la siguiente tabla llamada “Disponibilidad operacional en el Área de Impresión”:

Disponibilidad operacional en el Área de Impresión.

D. OPERACIONAL ÁREA DE IMPRESIÓN		
MÁQUINA	AÑO: 2013	AÑO: 2014
PLANETA	79,452 %	98,272 %
SPC	91,766 %	97,415 %
PROMEDIO	85,609 %	97,843 %

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollando la propuesta de aplicación de la metodología RCM II se lograría aumentar la disponibilidad operacional del Área de Impresión en un 12,235%, por lo que este resultado demuestra el cumplimiento de la primera finalidad que persigue la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en dicha área.

- El segundo propósito que sustenta lo efectiva que resultaría ser la propuesta se muestra en la tabla llamada “Costos totales del Área de Impresión”, donde se

demuestra que al realizar un plan de gestión de mantenimiento programado para el Área de Impresión se tendría un ahorro de \$14.419.322:

Costos totales del Área de Impresión.

PRENSAS	2013	2014
SPC	\$ 13.538.046	\$ 17.100.003
PLANETA	\$ 30.671.938	\$ 12.690.659
TOTAL	\$ 44.209.983	\$ 29.790.662
DIFERENCIA	2014-2013	-\$ 14.419.322

Fuente: Elaboración propia.

Esto hace que la propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión de la empresa Productos Torre S.A. tenga un sustento mayor, ya que no sólo se mejoraría la disponibilidad operacional de las máquinas del Área de Impresión, sino que también se demuestra que mediante un plan programado de mantención se logra un ahorro en cuanto a los costos de producción.

- Asimismo, se conseguiría que el plan propuesto entregue soluciones razonables y aplicables en el Área de Impresión, ya que las tareas propuestas desarrolladas (acción a seguir, período en el que se desarrollan, duración de realizar cada una y encargado de llevarlas a cabo) fueron consensuadas con el Departamento de Producción.

Finalmente, todo lo mencionado con anterioridad demuestra la importancia que tiene elaborar una propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento en el Área de Impresión, el cual es completamente acorde a las necesidades que presenta la planta productiva de la empresa Productos Torre S.A.

Recomendaciones.

- Esta metodología puede ser aplicada en las otras máquinas de la planta y en cualquier otro tipo de industria que cuente con máquinas para su producción.
- Dado que el año de fabricación de las máquinas es diferente, el costo de mantención de cada máquina será distinto, por lo tanto es recomendable que a cada máquina se le asigne un monto específico dentro del presupuesto que se tiene para mantenimiento. Esto permitirá tener mayor claridad sobre los costos que se asignan para cada máquina de la empresa.

Bibliografía.

[Moubray 2004]: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability-Centred Maintenance). Madrid: Editorial Aladon.

[Gardella 2009]: Mejora de metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de mantenimiento preventivo y predictivo en plantas de procesos (Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Valencia). Valencia.

[Lincovil]: Optimización económica de la disponibilidad (Trabajo de Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile).

[Montaña 2006]: Diseño de un modelo de Gestión de Mantenimiento para máquinas impresoras con base en el proceso productivo de la Imprenta Nacional de Colombia (Trabajo de grado presentado como requisito para alcanzar el título de Especialista en Gerencia de Proyectos en Ingeniería). Bogotá.

Real Academia Española, 2º edición. Madrid: Editorial Santillana, 2011.

[Rojas 2010]: Plan para la implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para plantas de concreto en proyectos del ICE (Proyecto para optar por el título de Master en Administración de Proyectos, Universidad para la Cooperación Internacional). San José.

[Aguilera 2011]: Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. Málaga: Editorial Vértice.

[Espinosa 2012]: Modelos y charlas especiales para la Gestión del Mantenimiento. Curicó. (Disponible vía Web en <http://www.campuscurico.utalca.cl/~fepinos/> visitada en Agosto del 2014).

[Hormech 2011]: Gestión de Calidad, Colombia. (Disponible vía Web en <http://es.slideshare.net/mhormech/calidad-total-quality-management> visitada en Abril del 2015).

[Dávila 2011]: Mantenimiento Productivo Total. (Disponible vía Web en <http://es.slideshare.net/JuanitoDavila/6884750-mantenimientoproductivototaltpm> visitada en Mayo del 2015).

European Federation of National Maintenance Societies. Amsterdam, 2003. (Disponible vía Web en <http://www.efnms.org> visitada en Septiembre del 2014).

Total Quality Management (TQM): Changes and innovations, Tokio, 2012. (Disponible vía Web en http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/company_information/management_and_finances/management/tqm/change.html visitada en Abril del 2015).

Solo mantenimiento, portal del Mantenimiento Industrial. Mantenimiento, Reliability y Confiabilidad – RCM. (Disponible vía Web en

http://www.solomantenimiento.com/m_confiabilidad_crm.htm visitada en Septiembre del 2014).

Pérez, C. M. Confiabilidad: Conceptos y tendencias (Disponible vía Web en <http://www.soporteycia.com/component/flippingbook/book/14> visitada en Septiembre del 2014).

Moubray, J. M. El camino hacia el RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Disponible vía Web en <http://www.soporteycia.com/component/flippingbook/book/20> visitada en Septiembre del 2014).

IMR Consulting. Ingeniería de la Confiabilidad. (Disponible vía Web en http://imrconsulting.net/?page_id=39&lang=es visitada en Septiembre del 2014).

Grafiscopio. Carta Gantt: para qué sirve y cómo hacerla. (Disponible vía Web en <http://www.grafiscopio.com/carta-gantt-para-que-sirve-y-como-hacerla> visitada en Noviembre del 2014).

Universo Fórmulas. Media ponderada. (Disponible vía Web en <http://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/media-ponderada> visitada en Noviembre del 2014).

Typman. Indicadores de mantenimiento. (Disponible vía Web en <http://www.typman.com/indicadores-kpi-mantenimiento.aspx> visitada en Octubre del 2014).

Anexos.

Anexo 1: Registro modos de falla Septiembre para máquina SPC.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODOS DE FALLA
02-09-2013	8:20:00	8:50:00	TINTA CONTAMINADA
02-09-2013	17:30:00	18:10:00	BANDEJA LAVA CAUCHOS REBALSA
02-09-2013	20:30:00	20:50:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
03-09-2013	17:10:00	17:40:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
04-09-2013	1:35:00	2:00:00	SUJETADOR DE LAINAS EN MESA DE ENTRADA QUEBRADO
04-09-2013	9:48:00	12:00:00	CÁMARA DE BARNIZ DEFECTUOSA
05-09-2013	1:45:00	2:00:00	CÁMARA DE BARNIZ DEFECTUOSA
05-09-2013	4:50:00	8:00:00	MEDIDAS DE PLIEGOS INGRESADAS INCORRECTAMENTE EN PANTALLA DE CONTROL
05-09-2013	8:00:00	10:40:00	MEDIDAS DE PLIEGOS INGRESADAS INCORRECTAMENTE EN PANTALLA DE CONTROL
06-09-2013	3:15:00	3:30:00	DESGASTE DE PLANCHAS
	3:45:00	3:50:00	PLANCHAS RAYADAS
07-09-2013	1:50:00	3:00:00	ESTANQUE DE AGUA SUCIO (CON RESIDUOS DE TINTA)
07-09-2013	6:20:00	8:00:00	BARRA DE SUPLEMENTO BARNIZ QUEBRADA
07-09-2013	8:00:00	10:30:00	BARRA DE SUPLEMENTO BARNIZ QUEBRADA
07-09-2013	17:20:00	18:00:00	RODILLO QUE TOMA LA TINTA (RODÓN) TRABADO
09-09-2013	22:45:00	23:15:00	RODILLO QUE TOMA LA TINTA (RODÓN) TRABADO
10-09-2013	1:50:00	3:45:00	MANGUERA DE AIRE ROTA
11-09-2013	3:00:00	5:25:00	POLÍN DESGASTADO
11-09-2013	8:00:00	16:00:00	POLÍN DESGASTADO
11-09-2013	16:00:00	0:00:00	POLÍN DESGASTADO
12-09-2013	0:00:00	8:00:00	POLÍN DESGASTADO
12-09-2013	8:00:00	16:00:00	POLÍN DESGASTADO
	16:00:00	0:00:00	POLÍN DESGASTADO
13-09-2013	0:00:00	8:00:00	POLÍN DESGASTADO
	8:00:00	16:00:00	POLÍN DESGASTADO
	16:00:00	20:00:00	POLÍN DESGASTADO
13-09-2013	21:10:00	21:20:00	SENSOR DE ALCOSMAR DEFECTUOSO
14-09-2013	21:10:00	21:20:00	FLUJO DE BARNIZ EN RODILLO ANILOX SECO
14-09-2013	22:20:00	22:35:00	FLUJO DE BARNIZ EN RODILLO ANILOX SECO
16-09-2013	19:40:00	19:50:00	DESGASTE DE PLANCHAS
17-09-2013	5:10:00	5:30:00	ACUMULACIÓN DE TINTA
23-09-2013	3:15:00	3:25:00	SENSOR DE ALCOSMAR DEFECTUOSO
23-09-2013	7:10:00	7:25:00	FLUJO DE BARNIZ Y FILTROS TAPADOS
24-09-2013	6:00:00	6:10:00	DESGASTE DE PLANCHAS
	19:15:00	19:45:00	REGISTRO DE MOTOR DEL DUCTOR DE ENTINTADO DEFECTUOSO
25-09-2013	0:00:00	0:40:00	REGISTRO DE MOTOR DEL DUCTOR DE ENTINTADO DEFECTUOSO
	1:10:00	2:00:00	POLÍN DESGASTADO
25-09-2013	6:10:00	6:50:00	BATERÍA DEFECTUOSA
25-09-2013	8:00:00	16:00:00	MOTOR DE REGISTRO LATERAL DE SEGUNDA UNIDAD DEFECTUOSO
27-09-2013	0:00:00	2:00:00	POLÍN DESGASTADO
	6:30:00	7:00:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
27-09-2013	11:45:00	14:00:00	POLÍN DESGASTADO
28-09-2013	11:15:00	12:20:00	DESGASTE DE POLEAS Y CORREAS TRANSPORTADORAS
29-09-2013	0:00:00	0:30:00	TINTA CONTAMINADA
29-09-2013	4:00:00	4:15:00	DESGASTE DE POLEAS Y CORREAS TRANSPORTADORAS
30-09-2013	17:50:00	18:40:00	COMPRESOR DEFECTUOSO
30-09-2013	22:00:00	22:40:00	SENSORES DE MARCADOR DEFECTUOSOS

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 2: Registro modos de falla Octubre para máquina SPC.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA
02-10-2013	1:00:00	2:00:00	CARDAN DESGASTADO
	2:30:00	13:00:00	CARDAN DESGASTADO
03-10-2013	17:00:00	17:10:00	POLÍN DESGASTADO
06-10-2013	13:30:00	14:40:00	REGISTRO DEFECTUOSO
08-10-2013	18:40:00	19:15:00	POLÍN DESGASTADO
08-10-2013	22:07:00	22:15:00	POLÍN DESGASTADO
10-10-2013	3:50:00	5:10:00	SENSOR DE ALCOSMAR DEFECTUOSO
10-10-2013	17:15:00	18:15:00	VENTOSAS DESGASTADAS
10-10-2013	22:00:00	23:40:00	VENTOSAS DESGASTADAS
11-10-2013	12:40:00	13:50:00	POLÍN DESGASTADO
11-10-2013	16:40:00	18:30:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
14-10-2013	17:30:00	18:00:00	POLÍN DESGASTADO
	18:30:00	19:00:00	PROTECCIÓN DE PINZAS DE ENTRADA QUEBRADA
15-10-2013	5:30:00	6:30:00	PROTECCIÓN DE PINZAS DE ENTRADA QUEBRADA
16-10-2013	5:30:00	8:00:00	TOPE DE GOMAS PARA CAMBIO DE CÁMARA BARNIZ DESGASTADOS
16-10-2013	18:50:00	20:00:00	ESTANQUE DE AGUA SUCIO (CON RESIDUOS DE TINTA)
17-10-2013	3:10:00	3:20:00	TINTA DEFECTUOSA, CON EXCESO DE ACEITE
17-10-2013	9:36:00	9:54:00	DISPOSITIVO LIMIT SWITCH EN PLATAFORMA DE SALIDA QUEBRADO
17-10-2013	15:15:00	16:00:00	MANGUERA DE AIRE ROTA
19-10-2013	2:45:00	4:00:00	SUJETADOR DE LAINAS EN MESA DE ENTRADA QUEBRADO
21-10-2013	0:45:00	1:45:00	ACEITE EN MÁQUINA DEFECTUOSO
22-10-2013	2:45:00	3:10:00	TINTA CONTAMINADA
22-10-2013	17:40:00	18:10:00	FALLA ELÉCTRICA POR MÁQUINA CON BAJO VOLTAJE
23-10-2013	18:00:00	18:20:00	CÁMARA "IR" DEFECTUOSA
23-10-2013	23:30:00	0:00:00	MATERIAL DEFECTUOSO
24-10-2013	6:00:00	6:28:00	MATERIAL DEFECTUOSO
24-10-2013	22:40:00	22:50:00	RODILLO QUE TOMA LA TINTA (RODÓN) TRABADO
25-10-2013	0:10:00	1:00:00	MANGUERA DE AIRE ROTA
	3:20:00	3:35:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
25-10-2013	5:52:00	6:20:00	RODAMIENTO DE RODILLO INTERMEDIO DE SEGUNDA UNIDAD GASTADO
25-10-2013	16:30:00	17:00:00	CÁMARA "IR" DEFECTUOSA
26-10-2013	16:30:00	16:45:00	MATERIAL DEFECTUOSO
28-10-2013	19:00:00	21:50:00	VENTILADORES EN SALIDA DE PLIEGO QUEMADO
29-10-2013	11:40:00	12:15:00	POLÍN DESGASTADO

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 3: Registro modos de falla Noviembre para máquina SPC.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA
02-11-2013	14:30:00	16:00:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
04-11-2013	0:00:00	1:30:00	ESTANQUE DE AGUA SUCIO (CON RESIDUOS DE TINTA)
05-11-2013	8:25:00	8:30:00	PANEL DE PANTALLA DE SALIDA DEFECTUOSO
07-11-2013	2:35:00	3:50:00	CARDAN DESGASTADO
08-11-2013	0:30:00	1:05:00	ACUMULACIÓN DE TINTA
08-11-2013	14:50:00	15:15:00	DUCTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS DE TINTA TAPADO
	15:30:00	16:00:00	TINTA CONTAMINADA
13-11-2013	9:40:00	9:45:00	DESGASTE DE PLANCHAS
14-11-2013	21:20:00	21:40:00	TINTA CONTAMINADA
15-11-2013	17:35:00	18:00:00	DESGASTE DE CORREA DE ASPIRADORA EN SALIDA
16-11-2013	21:00:00	21:30:00	GUÍA DE TRACCIÓN DEFECTUOSA
	22:00:00	22:30:00	FRENOS DE SALIDA DEFECTUOSOS
18-11-2013	17:30:00	18:20:00	DESGASTE DE TOPES DE GOMAS Y CUCHILLOS EN UNIDAD DE BARNIZ
22-11-2013	12:45:00	12:55:00	TINTA EMULSIONADA
22-11-2013	18:00:00	19:15:00	RODILLOS GASTADOS
23-11-2013	6:40:00	7:40:00	CÁMARA "IR" DEFECTUOSA
23-11-2013	12:50:00	13:45:00	FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA
	14:30:00	16:00:00	FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA
24-11-2013	8:00:00	9:30:00	RODILLO DE TOMA TINTA Y GUÍA DE POSTURA DE CAUCHO DE CADA UNIDAD CONECTADOS. COMPRESORES APAGADOS
25-11-2013	5:00:00	5:35:00	DESGASTE DE PLANCHAS
25-11-2013	6:25:00	6:35:00	CÁMARA DE BARNIZ DEFECTUOSA
	6:35:00	6:50:00	BAJA VISCOSIDAD EN MÁQUINA POR MALA CALIDAD DEL ACEITE
27-11-2013	20:30:00	21:10:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
28-11-2013	5:00:00	5:20:00	MEDIDAS DE PLIEGOS INGRESADAS INCORRECTAMENTE EN PANTALLA DE CONTROL
28-11-2013	8:00:00	8:25:00	SENSORES DE MARCADOR DEFECTUOSOS
30-11-2013	16:35:00	17:15:00	FALLAS ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 4: Registro modos de falla Diciembre para máquina SPC.

FECHA	TIEMPO INICIO DETENCIÓN	TIEMPO TÉRMINO DETENCIÓN	MODO DE FALLA
02-12-2013	16:30:00	16:40:00	FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA
06-12-2013	21:30:00	21:35:00	DESGASTE DE PLANCHAS
09-12-2013	8:35:00	11:00:00	RODILLOS GASTADOS
09-12-2013	14:30:00	15:20:00	FRENOS DE SALIDA DEFECTUOSOS
11-12-2013	11:20:00	11:40:00	FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA
11-12-2013	22:40:00	23:15:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
12-12-2013	1:20:00	2:00:00	PLIEGO DEFECTUOSO POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA
12-12-2013	7:00:00	8:00:00	CÁMARA DE BARNIZ DEFECTUOSA
17-12-2013	12:30:00	12:48:00	TINTA CONTAMINADA
19-12-2013	9:30:00	13:30:00	FALLA ELÉCTRICA EN CONEXIÓN DE VENTILADORES DE GUÍA PLIEGO
20-12-2013	19:00:00	21:25:00	MOJADOR PICADO EN UN EXTREMO
21-12-2013	7:35:00	8:00:00	CÁMARA DE BARNIZ DEFECTUOSA
23-12-2013	0:25:00	0:39:00	BOMBA DE BARNIZ TAPADA
23-12-2013	8:00:00	12:00:00	BOMBA DE BARNIZ TAPADA
26-12-2013	0:30:00	0:50:00	VENTOSAS DESGASTADAS
27-12-2013	17:30:00	18:15:00	BOMBA DE BARNIZ TAPADA
27-12-2013	21:30:00	21:45:00	SENSOR DE ALCOSMAR DEFECTUOSO
30-12-2013	12:30:00	12:48:00	TINTA CONTAMINADA
31-12-2013	3:20:00	4:20:00	PRESIÓN DE TERCERA UNIDAD PEGADA

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 5: Fallas funcionales para máquina SPC.

DATOS (FRECUENCIA-TIEMPO)		FALLA FUNCIONAL SEGÚN PLANILLA RCM II					
SUBSISTEMAS	NÚMERO FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	CANTIDAD	PORCENTAJE FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL DETENCIÓN	TIEMPO TOTAL DETENCIÓN EN HORAS	PORCENTAJE RESPECTO AL
F.GENERAL	1	PLIEGOS IMPRESOS NO COINCIDEN CON EL DISEÑO REQUERIDO.	3	2,439 %	06:10:00	6,167	3,584 %
	2	MATERIAL DEFECTUOSO Y MÁQUINA DAÑADA EN SU INTERIOR.	4	3,252 %	03:45:00	3,75	2,179 %
	3	MÁQUINA SIN AIRE PARA TRABAJAR.	7	5,691 %	05:55:00	5,917	3,439 %
	4	ENGRANAJES Y PIEZAS MOVIBLES DE LA MÁQUINA NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE.	1	0,813 %	01:00:00	1	0,581 %
	5	MÁQUINA INCAPAZ DE FUNCIONAR POR COMPLETO.	4	3,252 %	02:55:00	2,917	1,695 %
	6	PROBLEMAS CON EL PASO DE MATERIAL.	1	0,813 %	04:00:00	4	2,325 %
F.ABAST	7	MESA DE ENTRADA NO PUEDE FUNCIONAR.	2	1,626 %	01:40:00	1,667	0,969 %
	8	NO FUNCIONA EL MARCADOR DE ENTRADA.	2	1,626 %	01:05:00	1,083	0,630 %
F.UNIIMP	9	PROBLEMAS CON REJA DE PROTECCIÓN.	2	1,626 %	01:30:00	1,5	0,872 %
	10	CABEZAL TRABAJA INCORRECTAMENTE.	5	4,065 %	14:05:00	14,083	8,185 %
	11	MÁQUINA CON POCO AIRE PARA TRABAJAR.	1	0,813 %	00:50:00	0,833	0,484 %
	12	NO SE PUEDEN MARGINAR LOS PLIEGOS.	1	0,813 %	01:10:00	1,167	0,678 %
	13	MÁQUINA DAÑADA EN TRASPASO DE MATERIAL.	2	1,626 %	01:10:00	1,167	0,678 %
	14	LAS PINZAS NO PUEDEN TOMAR CORRECTAMENTE LOS PLIEGOS.	18	14,634 %	70:08:00	70,133	40,739 %
F.SALIDA	15	NO SE PUEDE MEDIR DE MANERA CORRECTA LA CANTIDAD DE ALCOHOL NECESARIA EN EL AGUA A UTILIZAR.	4	3,252 %	01:55:00	1,917	1,114 %
	16	NO SE PUEDE ENTREGAR LA TINTA A LOS RODILLOS.	2	1,626 %	01:10:00	1,167	0,678 %
	17	NO SE PUEDE ENFRIAR EL MATERIAL.	3	2,439 %	01:50:00	1,833	1,065 %
	18	SISTEMA DE AUTOBATEGIÓN DEFECTUOSO.	1	0,813 %	00:28:00	0,467	0,271 %
	19	NO SE PUEDE ENTREGAR EL BARNIZ A LAS UNIDADES.	3	2,439 %	04:59:00	4,983	2,896 %
	20	RODILLOS DE PLANCHAS Y PLIEGOS NO PUEDEN EJERCER PRESIÓN ENTRE SÍ.	1	0,813 %	01:00:00	1	0,581 %
	21	MÁQUINA DAÑADA EN SUS UNIDADES.	19	15,447 %	17:47:00	17,783	10,335 %
	22	CAUCHO DAÑADO (PEGADO).	7	5,691 %	02:51:00	2,85	1,656 %
	23	RODILLOS DEFECTUOSOS.	11	8,943 %	09:00:00	9	5,231 %
	24	LAS PLANCHAS NO PUEDEN ENTREGAR EL DISEÑO QUE SE REQUIERE.	7	5,691 %	01:25:00	1,417	0,823 %
	25	NO SE PUEDE PASAR LA TINTA DE MANERA CORRECTA POR LOS PLIEGOS.	3	2,439 %	01:20:00	1,333	0,775 %
	26	COLORES UTILIZADOS PARA LA IMPRESIÓN SE DESCALZAN ENTRE SÍ.	1	0,813 %	07:30:00	7,5	4,359 %
	27	CAUCHOS ABOLLADOS.	2	1,626 %	00:58:00	0,967	0,562 %
	28	TARIMA INCAPAZ DE RECIBIR LOS PLIEGOS.	1	0,813 %	00:18:00	0,3	0,174 %
29	MATERIAL DISPAREJO EN SALIDA.	4	3,252 %	04:05:00	4,083	2,373 %	
30	PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN EN LA SALIDA DEL MATERIAL.	1	0,813 %	00:05:00	0,083	0,048 %	
TOTAL			123	100 %	172:04:00	172,067	100 %

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 6: Tiempos de limpieza para máquina SPC.

TIEMPOS DE LIMPIEZA						
FECHA	INICIO LIMPIEZA	INICIO COLACIÓN	TÉRMINO COLACIÓN	TÉRMINO LIMPIEZA	DURACIÓN LIMPIEZA	TIEMPO D. OPERACION
25-09-2013	16:00:00	20:00:00	20:30:00	0:00:00	7:30:00	15:00:00
26-09-2013	0:00:00	02:00/14:00/20:00	02:30/14:30/20:30	22:00:00	20:30:00	2:00:00
				TOTAL MES	28:00:00	17:00:00
02-10-2013	13:00:00	14:00/20:00	14:30/20:30	21:00:00	7:00:00	15:30:00
03-10-2013	0:00:00	2:00:00	2:30:00	13:00:00	12:30:00	10:00:00
05-10-2013	8:00:00	14:00/20:00	14:30/20:30	0:00:00	15:00:00	7:30:00
19-10-2013	18:30:00	20:00:00	20:30:00	0:00:00	5:00:00	17:30:00
28-10-2013	8:00:00	14:00:00	14:30:00	16:00:00	7:30:00	15:00:00
				TOTAL MES	47:00:00	65:30:00
15-11-2013	19:00:00	20:00:00	20:30:00	0:00:00	4:30:00	18:00:00
16-11-2013	0:00:00	2:00:00	2:30:00	3:50:00	3:20:00	19:10:00
30-11-2013	6:00:00	14:00:00	14:30:00	16:35:00	10:05:00	12:25:00
				TOTAL MES	17:55:00	49:35:00
03-12-2013	5:00:00	-	-	12:00:00	7:00:00	15:30:00
18-12-2013	19:00:00	20:00:00	20:30:00	0:00:00	4:30:00	18:00:00
19-12-2013	0:00:00	2:00:00	2:30:00	4:00:00	3:30:00	19:00:00
31-12-2013	8:00:00	14:00:00	14:30:00	16:00:00	7:30:00	15:00:00
				TOTAL MES	22:30:00	67:30:00
				TOTAL	115:25:00	199:35:00

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 7: Disponibilidad operacional Septiembre-Octubre 2013, máquina SPC.

MES: SEPTIEMBRE		
CUADRO RESUMEN SEPTIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	20 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	2 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	3 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	21 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	450 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	28:00:00	28 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	97:17:00	97,283 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	17:00:00	17 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	467 HORAS	467:00:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	369,717 HORAS	369:43:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	20,832 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	79,168 %	
MES: OCTUBRE		
CUADRO RESUMEN OCTUBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	21 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	5 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	19 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	472,5 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	47:00:00	47 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	37:17:00	37,283 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	65:30:00	65,5 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	538 HORAS	538:00:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	500,717 HORAS	500:43:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	6,93 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	93,07 %	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Disponibilidad operacional Noviembre-Diciembre 2013, máquina SPC.

MES: NOVIEMBRE		
CUADRO RESUMEN NOVIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	22 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	3 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	17 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	495 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	17:55:00	17,917 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	17:55:00	17,917 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	49:35:00	49,583 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	544,583 HORAS	544:35:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	526,667 HORAS	526:40:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	3,29 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	96,71 %	
MES: DICIEMBRE		
CUADRO RESUMEN DICIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	21 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS CON LIMPIEZA	4 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
CANTIDAD DÍAS POR DETENCIONES IMPREVISTAS	14 DÍAS	
CANTIDAD DE HORAS DÍAS DISPONIBILIDAD OPERACIONAL LAS 22,5 HORAS	472,5 HORAS	
TIEMPO DESTINADO A LIMPIEZA	22:30:00	22,5 HORAS
TIEMPO DETENCIONES IMPREVISTAS	19:35:00	19,583 HORAS
TIEMPO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN DÍAS CON LIMPIEZA	67:30:00	67,5 HORAS
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	540 HORAS	540:00:00
TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	520,417 HORAS	520:25:00
% TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	100 %	
% TIEMPO DE HORAS IMPREVISTAS RESPECTO AL TIEMPO TOTAL DISP. OPERACIONAL	3,627 %	
% TIEMPO REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS	96,373 %	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9: Cálculo total disponibilidad operacional 2013 para máquina SPC.

TABLA RESUMEN TIEMPOS PARA LOS 4 MESES (DESDE SEPTIEMBRE HASTA DICIEMBRE)			
TIEMPO DIARIO IDEAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL MÁQUINA	22,5 HORAS	22:30:00	
TIEMPO TOTAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DURANTE LOS 4 MESES	2089,583 HORAS	2089:35:00	100 %
TIEMPO TOTAL DETENCIONES IMPREVISTAS (4 MESES)	172,067 HORAS	172:04:00	8,234 %
TIEMPO TOTAL REAL DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DESCONTANDO DETENCIONES IMPREVISTAS (4 MESES)	1917,517 HORAS	1917:31:00	91,766 %

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 1).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		GENERAL	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS, DONDE SERÁN PROCESADOS EN LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, PARA LUEGO PASAR A LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	PLIEGOS IMPRESOS NO COINCIDEN CON EL DISEÑO REQUERIDO.
		B	MATERIAL DEFECTUOSO Y MÁQUINA DAÑADA EN SU INTERIOR.
		C	MÁQUINA SIN AIRE PARA TRABAJAR.
		D	ENGRANAJES Y PIEZAS MOVIBLES DE LA MÁQUINA NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE.
		E	MÁQUINA INCAPAZ DE FUNCIONAR POR COMPLETO.
		F	PROBLEMAS CON EL PASO DE MATERIAL.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 11: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		ABASTECIMIENTO	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	A	MESA DE ENTRADA NO PUEDE FUNCIONAR.
		B	NO FUNCIONA EL MARCADOR DE ENTRADA.
		C	PROBLEMAS CON REJA DE PROTECCIÓN.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 12: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		ABASTECIMIENTO	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
2	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUJETAR LOS PLIEGOS POR SEPARADO.	A	CABEZAL TRABAJA INCORRECTAMENTE.
		B	MÁQUINA CON POCO AIRE PARA TRABAJAR.
		C	NO SE PUEDEN MARGINAR LOS PLIEGOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 13: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 4).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		UNIDAD DE IMPRESIÓN	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	REALIZAR LA ACCIÓN MECÁNICA QUE PERMITA ELABORAR LA IMPRESIÓN EN LOS PLIEGOS, DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO.	A	MÁQUINA DAÑADA EN TRASPASO DE MATERIAL.
		B	LAS PINZAS NO PUEDEN TOMAR CORRECTAMENTE LOS PLIEGOS.
		C	NO SE PUEDE MEDIR DE MANERA CORRECTA LA CANTIDAD DE ALCOHOL NECESARIA EN EL AGUA A UTILIZAR.
		D	NO SE PUEDE ENTREGAR LA TINTA A LOS RODILLOS.
		E	NO SE PUEDE ENFRIAR EL MATERIAL.
		F	SISTEMA DE AUTOBATICIÓN DEFECTUOSO.
		G	NO SE PUEDE ENTREGAR EL BARNIZ A LAS UNIDADES.
		H	RODILLOS DE PLANCHAS Y PLIEGOS NO PUEDEN EJERCER PRESIÓN ENTRE SÍ.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 14: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 5).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		UNIDAD DE IMPRESIÓN	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
2	TRASLADAR LOS PLIEGOS POR LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, INCORPORANDO ENTINTADO Y/O BARNIZADO ADECUADOS.	A	MÁQUINA DAÑADA EN SUS UNIDADES.
		B	CAUCHO DAÑADO (PEGADO).
		C	RODILLOS DEFECTUOSOS.
		D	LAS PLANCHAS NO PUEDEN ENTREGAR EL DISEÑO QUE SE REQUIERE.
		E	NO SE PUEDE PASAR LA TINTA DE MANERA CORRECTA POR LOS PLIEGOS.
		F	COLORES UTILIZADOS PARA LA IMPRESIÓN SE DESCALZAN ENTRE SI.
		G	CAUCHOS ABOLLADOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 15: Fallas funcionales para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		SALIDA	
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	
1	RECIBIR LOS PLIEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	TARIMA INCAPAZ DE RECIBIR LOS PLIEGOS.
		B	MATERIAL DISPAREJO EN SALIDA.
		C	PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN EN LA SALIDA DEL MATERIAL.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 16: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 1).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		GENERAL	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA
1	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS, DONDE SERÁN PROCESADOS EN LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, PARA LUEGO PASAR A LAS TARIMAS DE SALIDA.	A PLIEGOS IMPRESOS NO COINCIDEN CON EL DISEÑO REQUERIDO. B MATERIAL DEFECTUOSO Y MÁQUINA DAÑADA EN SU INTERIOR. C MÁQUINA SIN AIRE PARA TRABAJAR. D ENGRANAJES Y PIEZAS MOVIBLES DE LA MÁQUINA NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE. E MÁQUINA INCAPAZ DE FUNCIONAR POR COMPLETO. F PROBLEMAS CON EL PASO DE MATERIAL.	4 1.- MEDIDAS DE PLIEGOS INGRESADAS INCORRECTAMENTE EN PANTALLA DE CONTROL. 5 1.- ESTANQUE DE AGUA SUCIO (CON RESIDUOS DE TINTA). 5 2.- DUCTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS DE TINTA TAPADO. 5 1.- MANGUERA DE AIRE ROTA. 6 2.- FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA. 4 1.- ACEITE DEFECTUOSO, NO SE AJUSTA A REQUERIMIENTOS DE LA MÁQUINA. 4 1.- FALLA ELÉCTRICA POR MÁQUINA CON ALTO VOLTAJE. 3 2.- RODILLO DE TOMA TINTA Y GUÍA DE POSTURA DE CAUCHO DE CADA UNIDAD CONECTADOS. COMPRESORES APAGADOS. 3 3.- FALLAS ELÉCTRICAS Y/O MECÁNICAS. 4 1.- FALLA ELÉCTRICA EN CONEXIÓN DE VENTILADORES DE GUÍA PLIEGO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 17: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA	
		SPC	
FUNCIÓN		SUBSISTEMA	
		ABASTECIMIENTO	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA
1	COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLIEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	A MESA DE ENTRADA NO PUEDE FUNCIONAR. B NO FUNCIONA EL MARCADOR DE ENTRADA. C PROBLEMAS CON REJA DE PROTECCIÓN.	4 1.- SUJETADOR DE LAINAS EN MESA DE ENTRADA QUEBRADO. 5 2.- SENSORES DE MARCADOR BLOQUEADOS. 6 3.- PROTECCIÓN DE PINZAS DE ENTRADA QUEBRADA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 18: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA			
		SPC			
FUNCIÓN		SUBSISTEMA			
		ABASTECIMIENTO			
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA		
2	INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUJETAR LOS PLIEGOS POR SEPARADO.	A	CABEZAL TRABAJA INCORRECTAMENTE.	6 6 6 4	1.- DESGASTE DE POLEAS Y CORREAS TRANSPORTADORAS. 2.- CARDÁN DESGASTADO. 1.- COMPRESOR DEFECTUOSO. 2.- REGISTRO DEFECTUOSO.
		B	MÁQUINA CON POCO AIRE PARA TRABAJAR.		
		C	NO SE PUEDEN MARGINAR LOS PLIEGOS.		

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 19: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 4).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA			
		SPC			
FUNCIÓN		SUBSISTEMA			
		UNIDAD DE IMPRESIÓN			
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA		
1	REALIZAR LA ACCIÓN MECÁNICA QUE PERMITA ELABORAR LA IMPRESIÓN EN LOS PLIEGOS, DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO.	A	MÁQUINA DAÑADA EN TRASPASO DE MATERIAL.	3 3	1.- BANDEJA LAVA CAUCHOS REBALSADA. 2.- GUÍA DE TRACCIÓN DESGASTADA.
		B	LAS PINZAS NO PUEDEN TOMAR CORRECTAMENTE LOS PLIEGOS.	4 4	1.- POLÍN DESGASTADO. 2.- VENTOSAS DESGASTADAS.
		C	NO SE PUEDE MEDIR DE MANERA CORRECTA LA CANTIDAD DE ALCOHOL NECESARIA EN EL AGUA A UTILIZAR.	5	1.- SENSOR DE ALCOSMAR DEFECTUOSO.
		D	NO SE PUEDE ENTREGAR LA TINTA A LOS RODILLOS.	5	1.- REGISTRO DE MOTOR DEL DUCTOR DE ENTINTADO DEFECTUOSO.
		E	NO SE PUEDE ENFRIAR EL MATERIAL.	3	1.- CÁMARA "IR" DEFECTUOSA.
		F	SISTEMA DE AUTOBATICIÓN DEFECTUOSO.	5	1.- RODAMIENTO DE RODILLO INTERMEDIO DE SEGUNDA UNIDAD GASTADO.
		G	NO SE PUEDE ENTREGAR EL BARNIZ A LAS UNIDADES.	3	1.- BOMBA DE BARNIZ TAPADA.
		H	RODILLOS DE PLANCHAS Y PLIEGOS NO PUEDEN EJERCER PRESIÓN ENTRE SÍ.	5	1.- PRESIÓN DE TERCERA UNIDAD PEGADA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 20: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 5).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		
		SPC		
		SUBSISTEMA		
		UNIDAD DE IMPRESIÓN		
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA
2	TRASLADAR LOS PLEGOS POR LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, INCORPORANDO ENTINTADO Y/O BARNIZADO ADECUADOS.	A	MÁQUINA DAÑADA EN SUS UNIDADES.	3 1.- CÁMARA DE BARNIZ SECA. 5 2.- BARRA DEL SUPLEMENTO DE BARNIZ QUEBRADA. 5 3.- FLUJO DE BARNIZ EN RODILLO ANILOX SECO. 4 4.- ACUMULACIÓN DE TINTA. 4 5.- FLUJO DE BARNIZ Y FILTROS TAPADOS. 3 6.- BATERÍA DEFECTUOSA. 5 7.- TOPES DE GOMAS PARA CAMBIO DE CÁMARA DE BARNIZ DESGASTADOS. 4 8.- TINTA DEFECTUOSA, CON EXCESO DE ACEITE. 3 9.- DESGASTE DE TOPES DE GOMAS Y CUCHILLOS EN UNIDAD DE BARNIZ. 4 10.- TINTA EMULSIONADA.
		B	CAUCHO DAÑADO (PEGADO).	6 1.- TINTA CONTAMINADA.
		C	RODILLOS DEFECTUOSOS.	5 1.- PLEGO ATASCADO EN RODILLOS POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA. 3 2.- RODILLOS GASTADOS. 5 3.- MOJADOR PICADO EN UN EXTREMO.
		D	LAS PLANCHAS NO PUEDEN ENTREGAR EL DISEÑO QUE SE REQUIERE.	3 1.- DESGASTE DE PLANCHAS.
		E	NO SE PUEDE PASAR LA TINTA DE MANERA CORRECTA POR LOS PLEGOS.	4 1.- RODILLO QUE TOMA LA TINTA (RODÓN) TRABADO.
		F	COLORES UTILIZADOS PARA LA IMPRESIÓN SE DESCALZAN ENTRE SI.	4 1.- MOTOR DE REGISTRO LATERAL DE SEGUNDA UNIDAD DEFECTUOSO.
		G	CAUCHOS ABOLLADOS.	6 1.- MATERIAL DEFECTUOSO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 21: Modos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		
		SPC		
		SUBSISTEMA		
		SALIDA		
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA
1	RECIBIR LOS PLIEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	A	TARIMA INCAPAZ DE RECIBIR LOS PLIEGOS.	5 1.- DISPOSITIVO LIMIT SWITCH EN PLATAFORMA DE SALIDA QUEBRADO.
		B	MATERIAL DISPAREJO EN SALIDA.	5 1.- VENTILADORES EN SALIDA DE PLIEGO QUEMADO.
				5 2.- DESGASTE DE CORREA DE ASPIRADORA EN SALIDA.
				5 3.- FRENO DE SALIDA DESGASTADOS.
		C	PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN EN LA SALIDA DEL MATERIAL.	5 1.- PANEL DE PANTALLA DE SALIDA DEFECTUOSO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 22: Niveles de detalle Subsistema General para máquina SPC.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla la máquina por completo	Máquina se bloquea o se detiene	Falla la pantalla de control	Medidas de pliegos ingresadas incorrectamente en pantalla	Error de montaje	Error humano	
	Falla el aire con que se trabaja	Falla la pantalla de control	Medidas de pliegos ingresadas incorrectamente en pantalla	Error de montaje	Error humano	
	Falla el aire con que se trabaja	Falla la pantalla de control	Medidas de pliegos ingresadas incorrectamente en pantalla	Fallan las turbinas	Alta temperatura en turbinas	Error operacional
	Fallas eléctricas y/o mecánicas	Máquina con alto voltaje	Máquina con alto voltaje	Error operacional		
	Falla la conexión de ventiladores de guía pliego	Falla la conexión de ventiladores de guía pliego	Falla la conexión de ventiladores de guía pliego	Deterioro normal		
	Rodillo de toma tinta y guía de postura de caucho conectados. Compresores apagados	Error de montaje	Error de montaje	Error humano		
	Falla el tablero principal	Falla el relé	Falla el relé	Relé suelto o sulfatado	Deterioro normal	
		Fallan los enchufes	Fallan los enchufes	Enchufe suelto	Error de montaje	Error humano
		Falla el térmico	Falla el térmico	Térmico quemado	Error operacional	
		Falla el motor principal	Error operacional			
	Máquina se daña en zonas claves que permiten su funcionamiento	Falla el agua con que se trabaja	Falla el estancamiento de agua	Estanque de agua sucio	Error operacional	
		Falla la tinta con que se trabaja	Tinta derramada en máquina	Ducto de líquidos percolados de tinta tapado	Deterioro normal	
		Falla el aire con que se trabaja	Falla la manguera de aire	Manguera de aire rota	Deterioro normal	
	Falla el aceite con que se trabaja	Acetate defectuoso, no se ajusta a requerimientos de la máquina	Acetate defectuoso, no se ajusta a requerimientos de la máquina	Error de fabricación		
		Falla la lubricación del aceite	Falla la lubricación del aceite	Nivel de aceite mal regulado	Falla el sensor de aceite segunda unidad	Deterioro normal
	Fallan los compresores	Compresores no se pueden enfriar	Compresores no se pueden enfriar	Ventilador quemado	Deterioro normal	

Fuente: Elaboración propia, en base metodología RCM II.

Anexo 23: Niveles de detalle Subsistema Abastecimiento para máquina SPC.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla la entrada de la máquina	Falla al colocar pliegos en entrada	Falla la mesa de entrada	Sujetador de láminas en mesa de entrada quebrado	Deterioro normal		
	Fallan los sensores	Fallan los sensores del marcador	Sensores de marcador bloqueados	Sensor de marcador sucio		Deterioro normal
		Fallan los sensores de pliego doble	Sensores de pliego doble sucios	Deterioro normal		
	Falla la rejilla de protección	Reja de protección se abre	Falla la protección de pinzas de entrada	Protección de pinzas de entrada quebrada		Error operacional
	Fallan los compresores y mangueras	Compresores en mal estado y mangueras con fugas	Deterioro normal			
	Falla el material con el que se trabaja	Papel viene húmedo	Error de almacén			
	Falla el cabezal	Cabezal trabado	Error operacional			
	Fallan las ruedas de arrastre	Ruedas de arrastre apretadas	Ruedas de arrastre mal ajustadas	Error humano		
Falla en el ingreso del material al interior de la máquina	Falla el cabezal	Cabezal trabaja incorrectamente	Falla de poleas y correas transportadoras	Desgaste de poleas y correas transportadoras		Deterioro normal
		Falla el cardán	Cardán desgastado			Deterioro normal
	Falla el aire con que se trabaja	Aire incapaz de trabajar en compresor	Falla el compresor	Compresor defectuoso		Deterioro normal
	Falla el registro	Registro defectuoso	Error operacional			
	Falla el sensor de entrada	Lectura errónea de sensor	Falla el electroimán	Electroimán no se activa		Error operacional
	Falla de detención de máquina	Falla el botón de detención	Deterioro normal			
	Fallan las pinzas	Pinzas no pueden agarrar los pliegos	Falla el electroimán	Electroimán no se activa		Error operacional

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 24: Niveles de detalle Subsistema Unidad de Impresión para máquina SPC.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Fallan las unidades	Fallan los rodillos	Falla el rodillo intermedio de segunda unidad Fallan los rodillos de planchas y pliegos de tercera unidad Falla el rodillo Anilox	Falla el rodillo intermedio de segunda unidad Falla la presión de rodillos de planchas y pliegos de 3° unidad Falla el flujo de barniz en rodillo Anilox	Rodamiento de rodillo intermedio de 2° unidad gastado Presión de tercera unidad pagada Flujo de barniz en rodillo Anilox seco	Deterioro normal Error de montaje	Deterioro normal Error humano
	Rodillos atascados	Plegos atascados en rodillos	Plegos atascados en rodillos	Plego atascado en rodillos por ingresar de manera incorrecta	Error de montaje	Error humano
	Rodillos gastados	Deterioro normal	Deterioro normal			
	Falla el rodillo de la batería de humectación	Falla de mojado	Falla de mojado	Mojador picado en un extremo	Deterioro normal	
	Falla el rodillo que toma la tinta (rodón)	Rodón trabado	Rodón trabado	Error operacional		
	Falla la cámara de barniz	Cámara de barniz seca	Deterioro normal			
	Falla el suplemento de barniz	Falla el suplemento de barniz	Falla la barra del suplemento de barniz	Barra del suplemento de barniz quebrada	Deterioro normal	
	Fallan los flujos de barniz y filtros	Fallan los flujos de barniz y filtros	Fallan los flujos de barniz y filtros tapados	Falla el barniz con que se trabaja	Error de fabricación	
	Falla el cambio de cámara de barniz	Fallan los toques de gomas para cambio de cámara de barniz	Fallan los toques de gomas para cambio de cámara de barniz	Topes de gomas para cambio de cámara de barniz desgastados	Deterioro normal	
	Unidades dañadas	Falla la tinta con que se trabaja	Acumulación de tinta	Error de montaje	Error humano	
		Tinta defectuosa, con exceso de aceite	Tinta defectuosa, con exceso de aceite	Error de fabricación		
		Tinta emulsionada	Tinta emulsionada	Error de montaje	Error humano	
	Falla el caucho	Caucho dañado (pegado)	Caucho dañado (pegado)	Falla la tinta con que se trabaja	Tinta contaminada	Error operacional
		Cauchos abollados	Cauchos abollados	Falla el material con el que se trabaja	Material defectuoso	Error de almacén y/o de diseño
	Falla la batería	Batería defectuosa	Desgaste de rodillos	Deterioro normal		
	Fallan los toques de gomas y cuchillos	Desgaste de toques de gomas y cuchillos	Deterioro normal			
	Fallan las planchas	Desgaste de planchas	Deterioro normal			
	Falla el registro lateral de segunda unidad	Falla el motor de registro lateral de segunda unidad	Motor de registro lateral de segunda unidad defectuoso	Error operacional		
	Falla la bandeja lava cauchos	Bandeja lava cauchos revelada	Error operacional			
	Falla la guía de tracción	Guía de tracción desgastada	Deterioro normal			
	Fallan las pinzas	Pinzas no pueden tomar correctamente los pliegos	Polín desgastado Ventosas desgastadas	Deterioro normal Deterioro normal		
	Falla el alcohol con que se trabaja	No se puede medir la cantidad necesaria de alcohol en el agua	Falla de Alcosmar	Sensor de Alcosmar defectuoso	Deterioro normal	
	Falla el ductor de entintado	Falla el motor del ductor de entintado	Falla el registro de motor del ductor de entintado	Registro de motor del ductor de entintado defectuoso	Deterioro normal	
	Falla la cámara "lg"	Cámara "lg" defectuosa	Error operacional			
	Falla la bomba de barniz	Bomba de barniz tapada	Error operacional			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 25: Niveles de detalle Subsistema Salida para máquina SPC.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Falla la máquina en la salida	Falla la tarima	La tarima no puede recibir los pliegos	Falla el dispositivo Limit Switch en plataforma de salida	Dispositivo Limit Switch en plataforma de salida quemado	Dispositivo Limit Switch golpeado por un objeto extraño	Error de montaje
	Falla el sensor de bajada automática	Falla el sensor de bajada automática	Error operacional			
	alza pila					
Falla el material en la salida	El material sale disparado	Fallan los ventiladores en salida de pliego	Fallan los ventiladores en salida de quemado	Ventiladores en salida de pliego quemado	Deterioro normal	Deterioro normal
	Falla la correa de aspiradora en salida	Desgaste de correa de aspiradora en salida	Fallan los frenos de salida	Frenos de salida desgastados	Deterioro normal	Deterioro normal
	Falla el conteo de pliegos	Falla el contador				
	Falla la succión de pliegos	Fallan los orificios de aspiración	Se tapan los orificios de aspiración			
Falla la información de salida	No se indica el estado de la máquina en la salida	Falla el panel de pantalla en salida	Panel de pantalla de salida defectuoso			
Falla la reja de salida	No se puede colocar la reja de salida	Fallan los ventiladores de compresión	Deterioro normal			
	Falla el sistema Non Stop	Error operacional				
Falla la manguera	Manguera desconectada	Error operacional				

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 26: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 1).

SPC	
GENERAL	
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)
4 1.- MEDIDAS DE PLIEGOS INGRESADAS INCORRECTAMENTE EN PANTALLA DE CONTROL.	EL MATERIAL SE PROCESÓ DE MANERA INCORRECTA, ESTO PROVOCA EL BLOQUEO DE LA MÁQUINA Y DESGARRO DEL MATERIAL (ENROLLADO) EN EL LADO DE LOS MOTORES (IMPULSO).
5 1.- ESTANQUE DE AGUA SUCIO (CON RESIDUOS DE TINTA).	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
5 2.- DUCTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS DE TINTA TAPADO.	LA TINTA SE DERRAMA, ENSUCIANDO LOS PLIEGOS Y DAÑANDO LA MÁQUINA.
5 1.- MANGUERA DE AIRE ROTA.	DISMINUYE LA ALIMENTACIÓN DE AIRE EN EL CABEZAL DE ENTRADA Y ESTO HACE QUE NO SE SEPAREN LOS PLIEGOS, PRODUCIENDO DAÑOS EN EL MATERIAL Y PROBLEMAS EN LA MÁQUINA PARA PROCESARLO (INGRESA MÁS DE UN PLIEGO A LA VEZ).
6 2.- FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA.	PÉRDIDA TOTAL DE AIRE, SE DESCONECTAN LAS PRESIONES Y LA MÁQUINA SE BLOQUEA.
4 1.- ACEITE DEFECTUOSO, NO SE AJUSTA A REQUERIMIENTOS DE LA MÁQUINA.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
4 1.- FALLA ELÉCTRICA POR MÁQUINA CON ALTO VOLTAJE.	LA MÁQUINA SE BLOQUEA Y NO SE PUEDE CAMBIAR EL FORMATO. SE DEBE RESETEAR.
3 2.- RODILLO DE TOMA TINTA Y GUÍA DE POSTURA DE CAUCHO DE CADA UNIDAD CONECTADOS. COMPRESORES APAGADOS.	LA MÁQUINA SE BLOQUEA POR COMPLETO Y SE DEBE RESETEAR.
3 3.- FALLAS ELÉCTRICAS Y/O MECÁNICAS.	LA MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR Y SE DEBE LLAMAR A TÉCNICOS EXTERNOS PARA QUE VUELVA A OPERAR.
4 1.- FALLA ELÉCTRICA EN CONEXIÓN DE VENTILADORES DE GUÍA PLIEGO.	LOS PLIEGOS SALEN DISPAREJOS O SE CAEN EN EL INTERIOR DE LA MÁQUINA. SE DEBE LLAMAR A UN ELÉCTRICO PARA REPARAR.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 27: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 2).

SPC		
ABASTECIMIENTO		
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
4	1.- SUJETADOR DE LAINAS EN MESA DE ENTRADA QUEBRADO.	LOS PLIEGOS NO INGRESAN DE MANERA ADECUADA, DE MANERA QUE EL SUJETADOR SE DEBE CAMBIAR Y LUEGO INGRESAR NUEVAMENTE EL MATERIAL A PROCESAR.
5	2.- SENSORES DE MARCADOR BLOQUEADOS.	FALLA POR COMPLETO EL MARCADOR Y LA MÁQUINA NO PUEDE COMENZAR A FUNCIONAR.
6	3.- PROTECCIÓN DE PINZAS DE ENTRADA QUEBRADA.	LAS REJAS DE PROTECCIÓN SE ABREN Y LA MÁQUINA SE BLOQUEA. SE COLOCA UN SEGURO ALTERNATIVO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 28: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 3).

SPC		
ABASTECIMIENTO		
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)	
6	1.- DESGASTE DE POLEAS Y CORREAS TRANSPORTADORAS.	EL PLIEGO INGRESA ADELANTADO Y SE DEBE DETENER LA MÁQUINA PARA REGULAR LA SALIDA DEL CABEZAL.
6	2.- CARDÁN DESGASTADO.	PROBLEMAS CON MOVIMIENTOS DEL CABEZAL, EL PLIEGO INGRESA ADELANTADO. LA MÁQUINA PIERDE SINCRONISMO.
6	1.- COMPRESOR DEFECTUOSO.	EL COMPRESOR SUCCIONA EL AIRE QUE NECESITA LA MÁQUINA Y POR LO TANTO SE DEBE REEMPLAZAR.
4	2.- REGISTRO DEFECTUOSO.	EL SENSOR QUE MARGINA LOS PLIEGOS NO FUNCIONA Y ESTO PROVOCA QUE ENTREN LOS PLIEGOS ARRUGADOS.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 29: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 4).

SPC	
UNIDAD DE IMPRESIÓN	
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)
3 1.- BANDEJA LAVA CAUCHOS REBALSADA.	EL RESIDUO ACUMULADO DE LA BANDEJA DONDE SE LAVA EL CAUCHO CAE POR DONDE PASAN LOS PLIEGOS, PROVOCANDO DAÑOS EN EL MATERIAL Y EN LA MÁQUINA.
3 2.- GUÍA DE TRACCIÓN DESGASTADA.	LOS PLIEGOS SE PEGAN ENTRE SI (PAPEL ENGOMADO), PRODUCIENDO PROBLEMAS CON EL MATERIAL.
4 1.- POLÍN DESGASTADO.	EL DESGASTE DE ESTE RODAMIENTO HACE QUE EL PLIEGO SE CAIGA, DEBIDO A QUE LAS PINZAS NO LO PUEDEN TOMAR ADECUADAMENTE.
4 2.- VENTOSAS DESGASTADAS.	LAS PINZAS QUE TOMAN EL PLIEGO PARA CAMBIAR DE TIRO A RETIRO DEJAN DE FUNCIONAR Y EL MATERIAL SE CAE Y/O SE ROMPE.
5 1.- SENSOR DE ALCOSMAR DEFECTUOSO.	EL SISTEMA ALCOSMAR SE BLOQUEA, IMPIDIENDO QUE SE MIDA Y SE INDIQUE LA CANTIDAD NECESARIA DE ALCOHOL EN EL AGUA QUE SE DEBE UTILIZAR. SE DEBE REGULAR MANUALMENTE Y TOMA MÁS TIEMPO.
5 1.- REGISTRO DE MOTOR DEL DUCTOR DE ENTINTADO DEFECTUOSO.	LOS RODAMIENTOS SE QUEDAN TRABADOS, OCASIONANDO PROBLEMAS EN EL RECORRIDO DEL DUCTOR.
3 1.- CÁMARA "IR" DEFECTUOSA.	LOS PROBLEMAS EN EL VENTILADOR DE LA LÁMPARA "IR" HACEN QUE EL MATERIAL NO SE PUEDA ENFRIAR, PROVOCANDO QUE UN PLIEGO SE PEGUE CON OTRO O SE MANCHEN ENTRE SI, YA QUE EL MATERIAL NO SE PUDO SECAR Y QUEDÓ HÚMEDO.
5 1.- RODAMIENTO DE RODILLO INTERMEDIO DE SEGUNDA UNIDAD GASTADO.	LA TINTA NO SE PUEDE REVOLVER Y NO SE DESPLAZA CORRECTAMENTE POR LOS RODILLOS.
3 1.- BOMBA DE BARNIZ TAPADA.	EL BARNIZ NO LLEGA A LAS UNIDADES Y NO SE PUEDE PRODUCIR LA IMPRESIÓN. SE LLAMA A MECÁNICOS EXTERNOS.
5 1.- PRESIÓN DE TERCERA UNIDAD PEGADA.	SE DEBE APAGAR LA UNIDAD Y REINICIARLA PARA VOLVERLA A CONECTAR.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 30: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 5).

SPC	
UNIDAD DE IMPRESIÓN	
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)
3 1.- CÁMARA DE BARNIZ SECA.	LOS PLIEGOS NO SE PUEDEN BARNIZAR. SE TIENE QUE DETENER LA MÁQUINA PARA DESARMAR LA UNIDAD, LIMPIARLA Y LAVARLA.
5 2.- BARRA DEL SUPLEMENTO DE BARNIZ QUEBRADA.	EL SUPLEMENTO DE BARNIZ (ALZA) QUEDA MAL POSICIONADO, LO QUE PROVOCA QUE NO SE BARNICE EL PLIEGO POR COMPLETO.
5 3.- FLUJO DE BARNIZ EN RODILLO ANILOX SECO.	EL RODILLO ANILOX SE QUEDA SIN BARNIZ, ESTO HACE QUE LA MÁQUINA SE DEBA DETENER PARA PODER LIMPIAR LA UNIDAD DE BARNIZ Y LOS FILTROS.
4 4.- ACUMULACIÓN DE TINTA.	EL EXCESO DE TINTA PROVOCA GOTEOS DE ESTA EN LA MÁQUINA, DAÑANDO SUS UNIDADES Y PRODUCIENDO UNA IMPRESIÓN DEFECTUOSA.
4 5.- FLUJO DE BARNIZ Y FILTROS TAPADOS.	FALLA LA UNIDAD DE BARNIZ Y NO SE PUEDE PROCESAR EL MATERIAL, LOS PLIEGOS NO SE PUEDEN BARNIZAR.
3 6.- BATERÍA DEFECTUOSA.	PROBLEMAS CON LA BATERÍA, LO QUE OCASIONA UNA IMPRESIÓN DEFECTUOSA. SE DEBEN CORREGIR LAS PRESIONES DE LOS RODILLOS.
5 7.- TOPES DE GOMAS PARA CAMBIO DE CÁMARA DE BARNIZ DESGASTADOS.	LAS BANDEJAS DE LA UNIDAD SE TAPAN EN EL LADO IMPULSO Y EL BARNIZ SE DERRAMA.
4 8.- TINTA DEFECTUOSA, CON EXCESO DE ACEITE.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
3 9.- DESGASTE DE TOPES DE GOMAS Y CUCHILLOS EN UNIDAD DE BARNIZ.	EL BARNIZ SE APLICA DE MANERA DISPAREJA EN LOS PLIEGOS, PRODUCIENDO UNA IMPRESIÓN DEFECTUOSA.
4 10.- TINTA EMULSIONADA.	EL AGUA SE ACUMULA EN LA TINTA, DEJÁNDOLA EN MAL ESTADO Y FORMANDO UNA PASTA QUE DAÑA LOS PLIEGOS Y LA MÁQUINA.
6 1.- TINTA CONTAMINADA.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
5 1.- PLIEGO ATASCADO EN RODILLOS POR INGRESAR DE MANERA INCORRECTA.	EL PLIEGO SE ROMPE EN EL PROCESO Y SE PEGA EN LA UNIDAD (EN RODILLOS), LO QUE PROVOCA DETENER LA MÁQUINA PARA LAVAR EL CAUCHO Y RETIRAR EL PLIEGO PEGADO.
3 2.- RODILLOS GASTADOS.	SE DEBE AJUSTAR LA BATERÍA DE HUMECTACIÓN Y MODIFICAR LAS PRESIONES.
5 3.- MOJADOR PICADO EN UN EXTREMO.	EL RODILLO DE LA BATERÍA DE HUMECTACIÓN NO FUNCIONA Y SE DEBE CAMBIAR EL MOJADOR.
3 1.- DESGASTE DE PLANCHAS.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.
4 1.- RODILLO QUE TOMA LA TINTA (RODÓN) TRABADO.	EL RODÓN DEJA DE PASAR POR EL MATERIAL Y POR LO TANTO CAMBIAN LOS TONOS DE LOS COLORES EN LOS PLIEGOS, PRODUCIENDO UNA IMPRESIÓN DEFECTUOSA.
4 1.- MOTOR DE REGISTRO LATERAL DE SEGUNDA UNIDAD DEFECTUOSO.	SE DESCALZA LATERALMENTE LA IMAGEN ENTRE LOS COLORES QUE SE UTILIZAN EN CADA UNIDAD, PROVOCANDO UNA IMPRESIÓN DEFECTUOSA.
6 1.- MATERIAL DEFECTUOSO.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 31: Efectos de falla para Hoja de Información RCM II, m. SPC (Hoja 6).

SPC	
SALIDA	
MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)
5 1.- DISPOSITIVO LIMIT SWITCH EN PLATAFORMA DE SALIDA QUEBRADO.	NO SE PUEDE REGULAR LA POSICIÓN DE LA TARIMA EN LA SALIDA DE LOS PLIEGOS.
5 1.- VENTILADORES EN SALIDA DE PLIEGO QUEMADO.	SE DIFICULTA EL CONTROL DEL PLIEGO EN LA TARIMA, PROVOCANDO QUE SALGA DISPAREJO.
5 2.- DESGASTE DE CORREA DE ASPIRADORA EN SALIDA.	LA ASPIRADORA PRESENTA PROBLEMAS Y LOS PLIEGOS CAEN DISPAREJOS EN LA SALIDA.
5 3.- FRENOS DE SALIDA DEFECTUOSOS.	LOS PLIEGOS SALEN DISPAREJOS Y SE DEBEN ORDENAR MANUALMENTE PARA PODER SACARLOS Y REALIZAR UNA NUEVA IMPRESIÓN.
5 1.- PANEL DE PANTALLA DE SALIDA DEFECTUOSO.	NO SE INDICA EL ESTADO DE LA MÁQUINA EN LA SALIDA Y NO SE PUEDE REGULAR.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 32: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 1).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA SPC		SISTEMA N°	Facilitador	Fecha Inicio Hoja N°
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		SUBSISTEMA N°	Auditor	Fecha término de
1. INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA EN LOTES DE HASTA 10.000 PUEGOS, DONDE SEBÁN PROCESADOS EN LAS UNIDADES DE IMPRESIÓN, PARA LUEGO PASAR A LAS TARIMAS DE SALIDA.		GENERAL		1	Rodrigo Prado	02-09-2013
		MODO DE FALLA		1		31-12-2013
		EFFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)				
A	PUEGOS IMPRESOS NO COINCIDEN CON EL DISEÑO REQUERIDO.	4	1.- MEDIDAS DE PUEGOS INGRESADAS INCORRECTAMENTE EN PANTALLA DE CONTROL.	EL MATERIAL SE PROCESA DE MANERA INCORRECTA, ESTO PROVOCA EL BLOQUEO DE LA MÁQUINA Y DESGARRO DEL MATERIAL (ENROLLADO) EN EL LADO DE LOS MOTORES (IMPULSO).		
B	MATERIAL DEFECTUOSO Y MÁQUINA DAÑADA EN SU INTERIOR.	5	1.- ESTANQUE DE AGUA SUCIO (CON RESIDUOS DE TINTA).	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA.		
C	MÁQUINA SIN AIRE PARA TRABAJAR.	5	2.- DUCTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS DE TINTA TAPADO. 3.- MANGUERA DE AIRE ROTA.	LA TINTA SE DERRAMA, ENSUCIANDO LOS PUEGOS Y DAÑANDO LA MÁQUINA. DISMINUYE LA ALIMENTACIÓN DE AIRE EN EL CABEZAL DE ENTRADA Y ESTO HACE QUE NO SE SEPAREN LOS PUEGOS, PRODUCIENDO DAÑOS EN EL MATERIAL Y PROBLEMAS EN LA MÁQUINA PARA PROCESARLO (INGRESA MÁS DE UN PUEGO A LA VEZ).		
D	ENGRANAJES Y PIEZAS MOVIBLES DE LA MÁQUINA NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE.	6	2.- FALLA DE TURBINAS POR ALTA TEMPERATURA.	PÉRDIDA TOTAL DE AIRE, SE DESCONECTAN LAS PRESIONES Y LA MÁQUINA SE BLOQUEA.		
E	MÁQUINA INCAPAZ DE FUNCIONAR POR COMPLETO.	4	1.- ACEITE DEFECTUOSO, NO SE AJUSTA A REQUERIMIENTOS DE LA MÁQUINA. 4.- FALLA ELÉCTRICA POR MÁQUINA CON ALTO VOLTAJE.	NOTA: MODO DE FALLA FUERA DEL ALCANCE DEL ÁREA DE MANTENCIÓN. NO APLICA. LA MÁQUINA SE BLOQUEA Y NO SE PUEDE CAMBIAR EL FORMATO, SE DEBE RESETEAR.		
F	PROBLEMAS CON EL PASO DE MATERIAL.	3	2.- RODILLO DE TOMA TINTA Y GUÍA DE POSTURA DE CAUCHO DE CADA UNIDAD CONECTADOS. COMPRESORES APAGADOS. 3.- FALLAS ELÉCTRICAS Y/O MECÁNICAS.	LA MÁQUINA SE BLOQUEA POR COMPLETO Y SE DEBE RESETEAR. LA MÁQUINA DEJA DE FUNCIONAR Y SE DEBE LLAMAR A TÉCNICOS EXTERNOS PARA QUE VUELVA A OPERAR.		
		4	1.- FALLA ELÉCTRICA EN CONEXIÓN DE VENTILADORES DE GUÍA PUEGO.	LOS PUEGOS SALEN DISPAREJOS O SE CAEN EN EL INTERIOR DE LA MÁQUINA, SE DEBE LLAMAR A UN ELÉCTRICO PARA REPARAR.		

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 33: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 2).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA		SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
		SPC		1	Rodrigo Prado	02/09/2013	2
		SUBSISTEMA		SUBSISTEMA N°	Auditor	Fecha término	de
		ABASTECIMIENTO		2		31-12-2013	6
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)				
1. COLOCAR EL MATERIAL EN LOTES DE HASTA 10.000 PLEGOS DE FORMA ORDENADA EN LA ENTRADA DE LA MÁQUINA.	A. MESA DE ENTRADA NO PUEDE FUNCIONAR.	4	1.- SUJETADOR DE LAINAS EN MESA DE ENTRADA QUEBRADO. DEBE CAMBIAR Y LUEGO INGRESAR NUEVAMENTE EL MATERIAL A PROCESAR.				
	B. NO FUNCIONA EL MARCADOR DE ENTRADA.	5	2.- SENSORES DE MARCADOR BLOQUEADOS. FALLA POR COMPLETO EL MARCADOR Y LA MÁQUINA NO PUEDE COMENZAR A FUNCIONAR.				
	C. PROBLEMAS CON REJA DE PROTECCIÓN.	6	3.- PROTECCIÓN DE PINZAS DE ENTRADA QUEBRADA. LAS REJAS DE PROTECCIÓN SE ABREN Y LA MÁQUINA SE BLOQUEA. SE COLOCA UN SEGURO ALTERNATIVO.				

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 34: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 3).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SPC				SISTEMA N°	Fecha inicio	Hoja N°
SUBSISTEMA		ABASTECIMIENTO				1	02-09-2013	3
SUBSISTEMA		ABASTECIMIENTO				2	31-12-2013	6
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA (¿Qué sucede cuando se produce una falla?)				
2 INGRESAR EL MATERIAL AL INTERIOR DE LA MÁQUINA MEDIANTE PINZAS QUE DEBEN SER CAPACES DE SUJETAR LOS PLEGOS POR SEPARADO.	A	CABEZAL TRABAJA INCORRECTAMENTE.	6	1.- DESGASTE DE POLEAS Y CORREAS TRANSPORTADORAS.	EL PLEGO INGRESA ADELANTADO Y SE DEBE DETENER LA MÁQUINA PARA REGULAR LA SALIDA DEL CABEZAL.			
	B	MÁQUINA CON POCO AIRE PARA TRABAJAR.	6	2.- CARDÁN DESGASTADO.	PROBLEMAS CON MOVIMIENTOS DEL CABEZAL, EL PLEGO INGRESA ADELANTADO. LA MÁQUINA PIERDE SINCRONISMO.			
	C	NO SE PUEDEN MARGINAR LOS PLEGOS.	6	1.- COMPRESOR DEFECTUOSO.	EL COMPRESOR SUCCIONA EL AIRE QUE NECESITA LA MÁQUINA Y POR LO TANTO SE DEBE REEMPLAZAR.			
				4	2.- REGISTRO DEFECTUOSO.	EL SENSOR QUE MARGINA LOS PLEGOS NO FUNCIONA Y ESTO PROVOCA QUE ENTREN LOS PLEGOS ARRUGADOS.		

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 37: Hoja de Información RCM II para máquina SPC (Hoja 6).

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SPC		SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°
SUBSISTEMA		SALIDA		1	Rodrigo Prado	02-09-2013	6
FUNCIÓN		MODO DE FALLA		4	Auditor	Fecha término	6
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		EFFECTO DE FALLA (¿Que sucede cuando se produce una falla?)			
1. RECIBIR LOS PUEGOS IMPRESOS, LOS CUALES DEBEN SALIR DE MANERA ORDENADA PARA LUEGO SER COLOCADOS EN LAS TARIMAS DE SALIDA.	A. TARIMA INCAPAZ DE RECIBIR LOS PUEGOS.	5	1.- DISPOSITIVO LIMIT SWITCH EN PLATAFORMA DE SALIDA QUERADO.	NO SE PUEDE REGULAR LA POSICIÓN DE LA TARIMA EN LA SALIDA DE LOS PUEGOS.			
	B. MATERIAL DISPAREJO EN SALIDA.	5	1.- VENTILADORES EN SALIDA DE PUEGO QUEBRADO.	SE DIFICULTA EL CONTROL DEL PUEGO EN LA TARIMA, PROVOCANDO QUE SALGA DISPAREJO.			
		5	2.- DESGASTE DE CORREA DE ASPIRADORA EN SALIDA.	LA ASPIRADORA PRESENTA PROBLEMAS Y LOS PUEGOS CAEN DISPAREJOS EN LA SALIDA.			
		5	3.- FRENSOS DE SALIDA DESGASTADOS.	LOS PUEGOS SALEN DISPAREJOS Y SE DEBEN ORDENAR MANUALMENTE PARA PODER SACARLOS Y REALIZAR UNA NUEVA IMPRESIÓN.			
	C. PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN EN LA SALIDA DEL MATERIAL.	5	1.- PANEL DE PANTALLA DE SALIDA DEFECTUOSO.	NO SE INDICA EL ESTADO DE LA MÁQUINA EN LA SALIDA Y NO SE PUEDE REGULAR.			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 38: Análisis de impacto Subsistema General para máquina SPC.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: SPC / SUBSISTEMA: GENERAL	IMPACTOS					SUMA DE IMPACTOS			RIESGO
	F	S	A	P	C	R			
FALLAS FUNCIONALES	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO F X C			
PLIEGOS IMPRESOS NO COINCIDEN CON EL DISEÑO REQUERIDO.	3	0	0	2	2	6			
MATERIAL DEFECTUOSO Y MÁQUINA DAÑADA EN SU INTERIOR.	4	0	0	1	1	4			
MÁQUINA SIN AIRE PARA TRABAJAR.	7	1	0	1	2	14			
ENGRANAJES Y PIEZAS MOVIBLES DE LA MÁQUINA NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE.	1	0	0	1	1	1			
MÁQUINA INCAPAZ DE FUNCIONAR POR COMPLETO.	4	2	0	1	3	12			
PROBLEMAS CON EL PASO DE MATERIAL.	1	0	0	3	3	3			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 39: Análisis de impacto Subsistema Abastecimiento para máquina SPC.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: SPC / SUBSISTEMA: ABASTECIMIENTO FALLAS FUNCIONALES	IMPACTOS					SUMA DE IMPACTOS		RIESGO
	F	S	A	P	C	R		
	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO F X C	R	
MESA DE ENTRADA NO PUEDE FUNCIONAR.	2	0	0	1	1	2	2	
NO FUNCIONA EL MARCADOR DE ENTRADA.	2	0	0	1	1	2	2	
PROBLEMAS CON REJA DE PROTECCIÓN.	2	1	0	1	2	4	4	
CABEZAL TRABAJA INCORRECTAMENTE.	5	0	0	2	2	10	10	
MÁQUINA CON POCO AIRE PARA TRABAJAR.	1	1	0	1	2	2	2	
NO SE PUEDEN MARGINAR LOS PUEGOS.	1	0	0	1	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 40: Análisis de impacto Subsistema U. de Impresión para máquina SPC.

ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: SPC / SUBSISTEMA: UNIDAD DE IMPRESIÓN FALLAS FUNCIONALES	F	IMPACTOS				SUMA DE IMPACTOS		RIESGO
		S	A	P	C	S+A+P	R	
	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO F X C		
MÁQUINA DAÑADA EN TRASPASO DE MATERIAL.	2	0	1	1	2	4		4
LAS PINZAS NO PUEDEN TOMAR CORRECTAMENTE LOS PUEGOS.	18	0	0	2	2	36		36
NO SE PUEDE MEDIR DE MANERA CORRECTA LA CANTIDAD DE ALCOHOL NECESARIA EN EL AGUA A UTILIZAR.	4	0	0	1	1	4		4
NO SE PUEDE ENTREGAR LA TINTA A LOS RODILLOS.	2	0	0	1	1	2		2
NO SE PUEDE ENFRIAR EL MATERIAL.	3	1	1	1	3	9		9
SISTEMA DE AUTOBOTACIÓN DEFECTUOSO.	1	0	1	1	2	2		2
NO SE PUEDE ENTREGAR EL BARNIZ A LAS UNIDADES.	3	1	0	1	2	6		6
RODILLOS DE PLANCHAS Y PUEGOS NO PUEDEN EJERCER PRESIÓN ENTRE SÍ.	1	0	0	1	1	1		1
MÁQUINA DAÑADA EN SUS UNIDADES.	19	0	0	1	1	19		19
CAUCHO DAÑADO (PEGADO).	7	0	1	1	2	14		14
RODILLOS DEFECTUOSOS.	11	1	0	1	2	22		22
LAS PLANCHAS NO PUEDEN ENTREGAR EL DISEÑO QUE SE REQUIERE.	7	0	0	1	1	7		7
NO SE PUEDE PASAR LA TINTA DE MANERA CORRECTA POR LOS PUEGOS.	3	0	0	1	1	3		3
COLORES UTILIZADOS PARA LA IMPRESIÓN SE DESCALZAN ENTRE SÍ.	1	0	0	4	4	4		4
CAUCHOS ABOLLADOS.	2	0	0	1	1	2		2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 41: Análisis de impacto Subsistema Salida para máquina SPC.

	F	IMPACTOS			SUMA DE IMPACTOS	RIESGO
		S	A	P		
ANÁLISIS DE IMPACTO MÁQUINA: SPC / SUBSISTEMA: SALIDA						
FALLAS FUNCIONALES	FRECUENCIA TOTAL	SEGURIDAD	AMBIENTE	IMPACTO EN PRODUCCIÓN	CONSECUENCIAS S+A+P	IMPACTO I X C
TARIMA INCAPAZ DE RECIBIR LOS PLIEGOS.	1	0	0	1	1	1
MATERIAL DISPAREO EN SALIDA.	4	2	0	1	3	12
PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN EN LA SALIDA DEL MATERIAL.	1	0	0	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 42: Fallas funcionales seleccionadas para máquina SPC.

FALLAS SELECCIONADAS PARA TRABAJAR / MÁQUINA: SPC	
FALLAS FUNCIONALES	SUBSISTEMAS
MÁQUINA SIN AIRE PARA TRABAJAR.	GENERAL
MÁQUINA INCAPAZ DE FUNCIONAR POR COMPLETO.	GENERAL
CABEZAL TRABAJA INCORRECTAMENTE.	ABASTECIMIENTO
PROBLEMAS CON REJA DE PROTECCIÓN	ABASTECIMIENTO
LAS PINZAS NO PUEDEN TOMAR CORRECTAMENTE LOS PLIEGOS.	UNI. DE IMPRESIÓN
RODILLOS DEFECTUOSOS.	UNI. DE IMPRESIÓN
MATERIAL DISPAREJO EN SALIDA.	SALIDA
TARIMA INCAPAZ DE RECIBIR LOS PLIEGOS.	SALIDA

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 43: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 1).

HOJA DE DECISIÓN RCM II			SISTEMA SPC									
			SUBSISTEMA GENERAL									
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3			
							O1	O2	O3	H4	H5	S4
							N1	N2	N3			
1	C	1	S	N	N	S	S					
1	C	2	S	N	N	S	N	S				
1	E	1	S	N	N	N	N	N	N			
1	E	2	S	N	N	N	N	N	N			
1	E	3	S	N	N	N	N	N	N			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 44: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 2).

HOJA DE DECISIÓN RCM II							SISTEMA					
							SPC					
Referencia de información							SUBSISTEMA					
							ABASTECIMIENTO					
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
1	C	1	S	N	N	S	N	N	S			
2	A	1	S	N	N	S	S					
2	A	2	S	N	N	S	S					

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 45: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 3).

HOJA DE DECISIÓN RCM II							SISTEMA					
							UNIDAD DE IMPRESIÓN					
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de		
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
1	B	1	S	N	N	S	N	S				
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S			
2	C	1	S	N	N	S	S					
2	C	2	S	N	N	S	S					
2	C	3	S	N	N	S	S					

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 46: Evaluación Diagrama de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 4).

HOJA DE DECISIÓN RCM II			SISTEMA SPC												
			SUBSISTEMA SALIDA												
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de					
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4
							N1	N2	N3						
1	A	1	S	N	N	S	N	S							
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S						
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S						
1	B	3	S	N	N	S	N	S							

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 47: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 1).

SPC		
GENERAL		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
VERIFICAR LA CAPACIDAD DEL AIRE, DETECTANDO FUGAS EN LA MANGUERA.	SEMANAL.	MAESTRO.
REVISAR LA TEMPERATURA DE LOS MOTORES EXTRACTORES DE CADA EQUIPO EN EL LADO IMPULSO, DONDE SE ENCUENTRA LA TURBINA.	ANUAL.	MECÁNICO.
NINGÚN MANTENIMIENTO PROGRAMADO.		
NINGÚN MANTENIMIENTO PROGRAMADO.		
NINGÚN MANTENIMIENTO PROGRAMADO.		

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 48: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 2).

SPC		
ABASTECIMIENTO		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
VERIFICAR QUE LA PROTECCIÓN DE PINZAS SE ENCUENTRE EN BUEN ESTADO.	ANUAL.	MAESTRO.
VERIFICAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA CORREA TRANSPORTADORA.	ANUAL.	MECÁNICO.
CHEQUEAR QUE EL FUNCIONAMIENTO DEL CARDÁN SEA EL ADECUADO.	ANUAL.	MECÁNICO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 49: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 3).

SPC		
UNIDAD DE IMPRESIÓN		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
LUBRICAR UNIDADES IMPRESORAS DE LA MÁQUINA.	SEMANAL.	MAESTRO.
VERIFICAR SUCCIÓN NORMAL DEL MATERIAL AL INGRESAR A LAS UNIDADES.	DIARIO.	MAESTRO.
VERIFICAR QUE EL MATERIAL QUE INGRESA A LAS UNIDADES SEA EL APROPIADO.	DIARIO.	OPERARIO.
REVISIÓN Y AJUSTE DE LOS RODILLOS.	SEMESTRAL.	MAESTRO Y MECÁNICO.
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MOJADOR.	SEMESTRAL.	MAESTRO Y MECÁNICO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 50: Tareas propuestas para Hoja de Decisión RCM II, m. SPC (Hoja 4).

SPC		
SALIDA		
Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
COMPROBAR QUE EL MARCADOR DE SALIDA FUNCIONE CORRECTAMENTE.	MENSUAL.	OPERARIO.
CHEQUEAR FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS VENTILADORES DE SALIDA	DIARIO.	MAESTRO Y OPERARIO.
VERIFICAR QUE LA SALIDA DEL MATERIAL SEA PAREJA.	DIARIO.	MAESTRO Y OPERARIO.
CHEQUEAR FRENO DE SALIDA Y COMPROBAR QUE EL PLIEGO SALGA CORRECTAMENTE.	SEMANAL.	MAESTRO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 51: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 1).

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA SPC										SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°			
		SUBSISTEMA GENERAL										SUBSISTEMA N°	Auditor	Fecha término	de			
Referencia de información	Evaluación de las consecuencias			H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por						
	F	FF	FM	S1	S2	S3	O1	O2	O3				H4	H5	S4			
1	C	1	S	N	N	S	S											
1	C	2	S	N	N	S	N	S										
1	E	1	S	N	N	N	N	N										
1	E	2	S	N	N	N	N	N										
1	E	3	S	N	N	N	N	N										

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 52: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 2).

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA SPC										Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°				
		SUBSISTEMA ABASTECIMIENTO										Rodrigo Prado	02-09-2013	2				
Referencia de información	F	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	SISTEMA N°	Auditor	Fecha término de					
		H	S	E	O	H1	H2							H3	H4	H5	S4	
FF	FM	H	S	E	O	S1	O1	N1	S2	O2	N2	S3	O3	N3	1	2		
1	C	1	S	N	N	S	N	S	N	S	N	S			1	Rodrigo Prado	02-09-2013	2
2	A	1	S	N	N	S	S								2	Auditor	31-12-2013	4
2	A	2	S	N	N	S	S								2	Auditor	31-12-2013	4

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 53: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 3).

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA SPC										SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°									
SUBSISTEMA		UNIDAD DE IMPRESIÓN										1	Rodrigo Prado	02-09-2013	3									
Referencia de información	F	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Intervalo inicial	Tarea propuesta	A realizarse por	SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°										
		H	S	E	O	H1	H2								H3	H4	H5	S4						
FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	N1	N2	N3	N4	N5	S4							
1	B	1	S	N	N	S	N	S										SEMANAL	LUBRICAR UNIDADES IMPRESORAS DE LA MÁQUINA.	MAESTRO.	3	Rodrigo Prado	02-09-2013	3
1	B	2	S	N	N	S	N	S										DIARIO.	VERIFICAR SUCCIÓN NORMAL DEL MATERIAL AL INGRESAR A LAS UNIDADES.	MAESTRO.	3	Auditor	31-12-2013	4
2	C	1	S	N	N	S	S	S										DIARIO.	VERIFICAR QUE EL MATERIAL QUE INGRESA A LAS UNIDADES SEA EL APROPIADO.	OPERARIO.	3			
2	C	2	S	N	N	S	S	S										SEMANAL.	REVISIÓN Y AJUSTE DE LOS RODILLOS.	MAESTRO Y MECÁNICO.	3			
2	C	3	S	N	N	S	S	S										SEMANAL.	REVISIÓN Y AJUSTE DEL MOJADOR.	MAESTRO Y MECÁNICO.	3			

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 54: Hoja de Decisión RCM II para máquina SPC (Hoja 4).

HOJA DE DECISIÓN		SISTEMA				SPC				SISTEMA N°	Facilitador	Fecha inicio	Hoja N°				
RCM II		SUBSISTEMA				SALIDA				1	Rodrigo Prado	02-09-2013	4				
Referencia de información	F	Evaluación de las consecuencias				Acción a falta de				Intervalo inicial	A realizarse por						
		H	S	E	O	H1	H2	H3	H4			H5	S4				
FF	FM					S1	S2	S3	O1	O2	O3	N1	N2	N3			
1	A	1	S	N	S	N	S	N	S								OPERARIO.
1	B	1	S	N	S	N	S	N	S								MAESTRO Y OPERARIO.
1	B	2	S	N	S	N	S	N	S								MAESTRO Y OPERARIO.
1	B	3	S	N	S	N	S	N	S								MAESTRO.

Fuente: Elaboración propia, en base a metodología RCM II.

Anexo 55: Período establecido para análisis de turnos, máquina SPC.

CALENDARIO OCTUBRE						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 56: Producción Turno 1 para máquina SPC.

PRODUCCIÓN: TURNO 1				
FECHA	TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS
07-10-2013	1	24350	25750	5,833
08-10-2013	1	2013	2013	0,533
08-10-2013	1	2013	2013	0,333
08-10-2013	1	2013	2013	0,867
08-10-2013	1	2013	2013	0,3
08-10-2013	1	671	671	0,083
08-10-2013	1	671	671	0,083
08-10-2013	1	671	671	0,083
08-10-2013	1	671	671	0,083
08-10-2013	1	671	671	0,183
08-10-2013	1	671	671	0,2
09-10-2013	1	2335	2000	0,467
09-10-2013	1	5650	6000	2,5
09-10-2013	1	3650	3650	0,5
09-10-2013	1	2000	2000	0,183
09-10-2013	1	2470	2470	0,5
09-10-2013	1	1400	1400	0,4
10-10-2013	1	33666	24500	5,667
11-10-2013	1	2650	2650	0,417
11-10-2013	1	4027	4027	0,617
11-10-2013	1	4027	4027	0,833
11-10-2013	1	4027	4027	0,917
11-10-2013	1	4027	4027	0,7
11-10-2013	1	4027	4027	0,75
12-10-2013	1	4615	4615	1,750
12-10-2013	1	18747	18747	3,917
12-10-2013	1	8409	3000	0,583
13-10-2013	1	26383	26800	5
13-10-2013	1	22300	20000	2,783
14-10-2013	1	2133	2133	0,417
14-10-2013	1	22302	22302	3,417
14-10-2013	1	13570	13570	2,667
14-10-2013	1	5712	1400	0,167
15-10-2013	1	805	850	0,417
15-10-2013	1	10225	10225	2,083
15-10-2013	1	40600	9000	1,5
16-10-2013	1	16350	12600	2
16-10-2013	1	35350	16200	2
17-10-2013	1	8957	8957	1,5
17-10-2013	1	7190	7190	0,667
17-10-2013	1	16140	12500	2,917
18-10-2013	1	20200	20200	2,667
18-10-2013	1	20200	17590	3,167
19-10-2013	1	4160	4160	0,667
19-10-2013	1	20200	20200	3
19-10-2013	1	10100	3500	0,583
	TOTAL	445032	358372	66,9
	PORCENTAJE	100%	80,527%	

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 57: Producción Turno 2 para máquina SPC.

PRODUCCIÓN: TURNO 2				
FECHA	TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS
07-10-2013	2	25250	25250	5,917
07-10-2013	2	1895	900	0,333
08-10-2013	2	7070	7070	1,25
08-10-2013	2	841	841	0,417
08-10-2013	2	3305	3400	0,583
08-10-2013	2	3305	3310	0,583
09-10-2013	2	335	335	0,367
09-10-2013	2	33666	1000	0,333
10-10-2013	2	9166	9166	2,083
10-10-2013	2	16110	16110	3,333
11-10-2013	2	2840	2840	0,667
11-10-2013	2	1830	1830	0,567
11-10-2013	2	1043	1043	0,417
12-10-2013	2	5409	5420	1,583
12-10-2013	2	8409	8420	2,083
12-10-2013	2	30427	21700	3,333
13-10-2013	2	2300	2800	0,45
13-10-2013	2	30430	30500	3,833
13-10-2013	2	33133	11700	1,75
14-10-2013	2	4312	4400	1
14-10-2013	2	8350	8350	1,383
14-10-2013	2	13570	13600	2,25
15-10-2013	2	31600	31700	7
15-10-2013	2	10300	10400	2
16-10-2013	2	19150	14200	2,333
16-10-2013	2	3750	5300	1,05
16-10-2013	2	4950	5200	1,633
17-10-2013	2	3640	3640	0,667
17-10-2013	2	20200	20600	3
17-10-2013	2	20200	7000	1,417
18-10-2013	2	2610	2910	0,75
18-10-2013	2	2000	2200	0,283
18-10-2013	2	2000	2200	0,333
18-10-2013	2	10120	10200	1,750
19-10-2013	2	6600	6600	1,333
19-10-2013	2	2020	2100	0,25
19-10-2013	2	1684	1700	0,333
19-10-2013	2	5350	5400	1,783
	TOTAL	389170	311335	60,433
	PORCENTAJE	100%	80%	

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 58: Producción Turno 3 para máquina SPC.

PRODUCCIÓN: TURNO 3				
FECHA	TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS
07-10-2013	3	995	1600	0,583
07-10-2013	3	1395	1400	0,667
07-10-2013	3	1395	1400	0,417
07-10-2013	3	1395	1400	0,25
08-10-2013	3	727	860	0,167
08-10-2013	3	398	600	0,083
08-10-2013	3	400	450	0,183
08-10-2013	3	1145	1150	0,167
08-10-2013	3	1978	2000	0,367
08-10-2013	3	1978	2000	0,25
08-10-2013	3	1150	1150	0,167
08-10-2013	3	2930	3000	0,55
09-10-2013	3	32666	34400	7,5
10-10-2013	3	4027	4050	0,75
10-10-2013	3	4027	4027	0,417
10-10-2013	3	4027	2650	1
11-10-2013	3	1043	1150	0,583
11-10-2013	3	15465	10850	2,5
12-10-2013	3	8727	9100	1
12-10-2013	3	33133	33550	4,833
12-10-2013	3	33183	6800	0,75
13-10-2013	3	21433	21500	3
13-10-2013	3	33133	31000	3,917
14-10-2013	3	18305	17500	4,5
15-10-2013	3	35350	19000	3,167
16-10-2013	3	5050	5050	0,917
16-10-2013	3	6320	6320	2,25
16-10-2013	3	6320	6320	0,917
16-10-2013	3	8957	8957	1,417
17-10-2013	3	13200	13600	2
17-10-2013	3	10000	10400	1,417
17-10-2013	3	10000	10100	1,667
18-10-2013	3	16375	16375	3,417
18-10-2013	3	15910	11750	2,667
19-10-2013	3	2810	2810	0,417
19-10-2013	3	1721	1721	0,7
	TOTAL	357068	305990	55,55
	PORCENTAJE	100%	85,695%	

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 59: Producción Turno 1 para máquina Planeta.

PRODUCCIÓN: TURNO 1				
FECHA	TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS
02/09/2013	1	4995	5070	1,833
02/09/2013	1	1363	1400	0,333
02/09/2013	1	42672	15000	3
03/09/2013	1	10724	11000	2
03/09/2013	1	14224	4500	1
04/09/2013	1	15700	12000	3,5
05/09/2013	1	6000	6000	1,667
05/09/2013	1	14000	19000	4,833
06/09/2013	1	60500	28000	7,5
07/09/2013	1	25250	22000	5,667
09/09/2013	1	14750	14950	5
10/09/2013	1	27513	27000	7
11/09/2013	1	83525	18000	5,083
13/09/2013	1	27841	10000	2,417
TOTAL		349057	193920	50,833
PORCENTAJE		100%	55,555%	

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 60: Producción Turno 2 para máquina Planeta.

PRODUCCIÓN: TURNO 2				
FECHA	TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS
02/09/2013	2	27672	28000	7
03/09/2013	2	9724	8500	2
03/09/2013	2	42672	14500	3,75
04/09/2013	2	2224	2600	1
04/09/2013	2	14224	14500	4,5
05/09/2013	2	4646	4850	0,667
05/09/2013	2	4646	4850	1,5
05/09/2013	2	2839	2900	1,167
06/09/2013	2	32500	27000	7
07/09/2013	2	3250	3500	1
07/09/2013	2	25250	15500	4,167
10/09/2013	2	513	600	0,25
10/09/2013	2	45513	22000	5,583
11/09/2013	2	65525	28000	6,917
13/09/2013	2	17841	17400	3,917
TOTAL		299039	194700	50,417
PORCENTAJE		100%	65,109%	

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 61: Producción Turno 3 para máquina Planeta.

PRODUCCIÓN: TURNO 3				
FECHA	TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS
02/09/2013	3	14224	14500	1,417
02/09/2013	3	14224	3500	1,25
03/09/2013	3	42672	30000	1,25
04/09/2013	3	14224	14500	3,75
04/09/2013	3	2838	3000	1
05/09/2013	3	2838	3000	0,833
05/09/2013	3	4646	4900	1,333
05/09/2013	3	75750	10000	2,333
07/09/2013	3	25250	9750	2,417
07/09/2013	3	25250	10500	3
09/09/2013	3	45513	18000	4,25
10/09/2013	3	45513	28000	6,75
11/09/2013	3	83525	29000	7,833
TOTAL		396467	178650	37,417
PORCENTAJE		100%	45,060%	

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 62: Tabla comparativa producción para máquina SPC.

TABLA COMPARATIVA PRODUCCIÓN						
TURNO	LO QUE HAY QUE FABRICAR	LO QUE SE FABRICÓ	LO QUE FALTÓ	TIEMPO PRODUCCIÓN EN HORAS	PORCENTAJE DE LO QUE SE FABRICÓ	PORCENTAJE DE LO QUE FALTÓ
1	445032	358372	86660	66,9	80,527%	19,473%
2	389170	311335	77835	60,433	80%	20%
3	357068	305990	51078	55,55	85,695%	14,305%

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 68: Total tiempo destinado a tareas propuestas, máquina SPC.

TAREAS PROPUESTAS	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL	CANTIDAD DE DÍAS	DURACIÓN DE TENCIÓN	TOTAL DE TENCIÓN MENSUAL
VERIFICAR LA CAPACIDAD DEL AIRE, DETECTANDO FUGAS EN LA MANGUERA.	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	5	01:00:00	05:00:00
REVISAR LA TEMPERATURA DE LOS MOTORES EXTRACTORES DE CADA EQUIPO EN EL LADO IMPULSO, DONDE SE ENCUENTRA LA TURBINA.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	01:00:00	01:00:00
VERIFICAR QUE LA PROTECCIÓN DE PINZAS SE ENCUENTRE EN BUEN ESTADO.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	00:10:00	00:10:00
VERIFICAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA CORREA TRANSPORTADORA.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	00:30:00	00:30:00
CHEQUEAR QUE EL FUNCIONAMIENTO DEL CARDÁN SEA EL ADECUADO.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	00:30:00	00:30:00
LUBRICAR UNIDADES IMPRESORAS DE LA MÁQUINA.	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	4	01:00:00	04:00:00	5	01:00:00	05:00:00
VERIFICAR SUCCIÓN NORMAL DEL MATERIAL AL INGRESAR A LAS UNIDADES.	24	00:10:00	04:00:00	26	00:10:00	04:20:00	24	00:10:00	04:00:00	25	00:10:00	04:10:00
VERIFICAR QUE EL MATERIAL QUE INGRESA A LAS UNIDADES SEA EL APROPIADO.	24	00:10:00	04:00:00	26	00:10:00	04:20:00	24	00:10:00	04:00:00	25	00:10:00	04:10:00
REVISIÓN Y AJUSTE DE LOS RODILLOS.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	40:00:00	40:00:00
REVISIÓN Y AJUSTE DEL MOJADOR.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	05:00:00	05:00:00
COMPROBAR QUE EL MARCADOR DE SALIDA FUNCIONE CORRECTAMENTE.	1	00:10:00	00:10:00	1	00:10:00	00:10:00	1	00:10:00	00:10:00	1	00:10:00	00:10:00
CHEQUEAR FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS VENTILADORES DE SALIDA	24	00:10:00	04:00:00	26	00:10:00	04:20:00	24	00:10:00	04:00:00	25	00:10:00	04:10:00
VERIFICAR QUE LA SALIDA DEL MATERIAL SEA PAREJA.	24	00:30:00	12:00:00	26	00:30:00	13:00:00	24	00:30:00	12:00:00	25	00:30:00	12:30:00
CHEQUEAR FRENSOS DE SALIDA Y COMPROBAR QUE EL PUEGO SALGA CORRECTAMENTE.	4	00:30:00	02:00:00	4	00:30:00	02:00:00	4	00:30:00	02:00:00	5	00:30:00	02:30:00
		TOTAL	34:10:00		TOTAL	36:10:00		TOTAL	34:10:00		TOTAL	84:50:00
												TOTAL 4 MESES
												189:20:00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 69: Tiempo paradas imprevistas 2013 para máquina SPC.

AÑO: 2013	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1.- TIEMPO TOTAL FALLAS IMPREVISTAS	97:17:00	37:17:00	17:55:00	19:35:00	172:04:00
2.- TIEMPO DE FALLAS IMP. A SUPRIMIR	68:05:00	25:51:00	09:10:00	04:50:00	107:56:00
TOTAL	29:12:00	11:26:00	08:45:00	14:45:00	64:08:00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 70: Aplicación media ponderada para máquina SPC.

	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1.-	97:17:00	37:17:00	17:55:00	19:35:00	30:23:36	25:20:38	24:57:50	25:37:33	25:50:51	25:33:14	25:35:51	25:38:14	25:37:47	25:37:05	25:37:24	25:37:28
2.-	68:05:00	25:51:00	09:10:00	04:50:00	16:39:42	12:31:59	11:53:42	12:20:01	12:40:29	12:24:08	12:25:10	12:27:24	12:27:23	12:26:38	12:26:52	12:26:57

Fuente: Elaboración propia, en base a herramienta media ponderada.

Anexo 71: Aproximación de tiempos para máquina SPC.

APROXIMACIÓN				
1.-	25:38:00	25:37:00	25:37:00	25:37:00
2.-	12:27:00	12:27:00	12:27:00	12:27:00

* Sobre 30 segundos se aproxima a uno, bajo 30 segundos se aproxima a cero.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 72: Resultados proyección 2014 para máquina SPC.

AÑO: 2014	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1.- TIEMPO TOTAL FALLAS IMPREVISTAS	25:38:00	25:37:00	25:37:00	25:37:00	102:29:00
2.- TIEMPO DE FALLAS IMP. A SUPRIMIR	12:27:00	12:27:00	12:27:00	12:27:00	49:48:00
TOTAL	13:11:00	13:10:00	13:10:00	13:10:00	52:41:00

Fuente: Elaboración propia, en base a herramienta media ponderada.

Anexo 73: Cálculo disponibilidad operacional 2014 para máquina SPC.

MES: SEPTIEMBRE		
CUADRO RESUMEN SEPTIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	24 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	2 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	540:00:00	540 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	34:10:00	34,167 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	13:11:00	13,183 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	505:50:00	505,833 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	492:39:00	492,65 HORAS
MES: OCTUBRE		
CUADRO RESUMEN OCTUBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	26 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	585:00:00	585 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	36:10:00	36,167 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	13:10:00	13,167 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	548:50:00	548,833 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	535:40:00	535,667 HORAS
MES: NOVIEMBRE		
CUADRO RESUMEN NOVIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	24 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	1 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	540:00:00	540 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	34:10:00	34,167 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	13:10:00	13,167 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	505:50:00	505,833 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	492:40:00	492,667 HORAS
MES: DICIEMBRE		
CUADRO RESUMEN DICIEMBRE		
CANTIDAD DÍAS CON MANTENCIÓN PROGRAMADA	25 DÍAS	
CANTIDAD FERIADOS EN EL MES	2 DÍAS	
HORAS PROYECTADAS CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL (22,5 HORAS)	562:30:00	562,5 HORAS
TIEMPO DESTINADO A MANTENCIÓN PROGRAMADA	84:50:00	84,833 HORAS
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	13:10:00	13,167 HORAS
TIEMPO ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL RESTANDO DETEN. PROGRAMADAS	477:40:00	477,667 HORAS
TIEMPO TOTAL ESTIMADO CON DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	464:30:00	464,5 HORAS

Fuente: Elaboración propia

Anexo 74: Cálculo total disponibilidad operacional 2014 para máquina SPC.

TABLA RESUMEN TIEMPOS PARA LOS 4 MESES (DESDE SEPTIEMBRE HASTA DICIEMBRE)			
TIEMPO TOTAL FUNCIONAMIENTO 4 MESES	2038,167 HORAS	2038:10:00	100 %
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS 4 MESES	52,683 HORAS	52:41:00	2,585 %
TIEMPO REAL ESTIMADO DE TRABAJADO 4 MESES	1985,483 HORAS	1985:29:00	97,415 %

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 75: Plan de repuestos para máquina SPC.

PLAN DE REPUESTOS PARA MÁQUINA SPC			
CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
3	MANGUERAS (DE DIFERENTES MEDIDAS CADA UNA).	\$7.000	\$21.000
1	PROTECCIÓN DE PINZAS DE ENTRADA.	\$129.000	\$129.000
5	POLEAS.	\$450.000	\$2.250.000
1	CORREA TRANSPORTADORA.	\$380.000	\$380.000
1	PUENTE DE PINZA.	\$1.500.000	\$1.500.000
5	POLINES.	\$145.000	\$725.000
1	GRASERA.	\$74.000	\$74.000
1	GRASA PARA RODAMIENTOS.	\$4.990	\$4.990
2	TOBERAS DE ELEVACIÓN.	\$10.000	\$20.000
5	VENTOSAS (DISCOS DE ASPIRACIÓN).	\$700	\$3.500
5	RODILLOS.	\$400.000	\$2.000.000
5	RODILLOS MOJADORES.	\$400.000	\$2.000.000
1	SENSOR DE BAJADA PLIEGO AUTOMÁTICA (LIMIT SWITCH).	\$54.000	\$54.000
5	VENTILADORES DE SALIDA.	\$235.000	\$1.175.000
1	CORREAS ASPIRADORAS.	\$18.000	\$18.000
1	SOLVENTE.	\$1.890	\$1.890
1	GRASA.	\$4.500	\$4.500
		TOTAL	\$10.360.880

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por Productos Torre.

Anexo 76: Costo interno y externo de producción asociados a máquina SPC.

SPC	2013				2014			
	TIEMPO	TIEMPO EN HORAS	COSTO INTERNO	COSTO EXTERNO	TIEMPO	TIEMPO EN HORAS	COSTO INTERNO	COSTO EXTERNO
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS	172:04:00	172,067	\$ 2.898.463	\$ 8.695.389	102:29:00	102,483	\$ 1.726.332	\$ 5.178.995
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS A SUPRIMIR	-	-	-	-	49:48:00	49,8	\$ 838.881	\$ 2.516.643
TIEMPO FALLAS IMPREVISTAS NO SUPRIMIDAS	-	-	-	-	52:41:00	52,683	\$ 887.451	\$ 2.662.352
TIEMPO MANTENCIÓN PROGRAMADA	-	-	-	-	189:20:00	189,333	\$ 3.189.320	-
TIEMPO DE LIMPIEZA	115:25:00	115,417	\$ 1.944.194	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 77: Costos totales de producción asociados a máquina SPC.

SPC	2013	2014
COSTO TOTAL	\$ 13.538.046	\$ 6.739.123,00
REPUESTOS	-	\$ 10.360.880
TOTAL	\$ 13.538.046	\$ 17.100.003

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 78: Indicador de mantenimiento MTBF.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ DE HORAS TOTALES DEL PERIODO DE TIEMPO ANALIZADO}}{N^{\circ} \text{ DE AVERÍAS}}$$

Fuente: Sitio web Typman.

Anexo 79: Indicador de mantenimiento MTTR.

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ DE HORAS DE PARO POR AVERÍA}}{N^{\circ} \text{ DE AVERÍAS}}$$

Fuente: Sitio web Typman.

Anexo 80: Indicador de mantenimiento Disponibilidad por Avería.

$$DISPONIBILIDAD \text{ POR AVERÍA} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Fuente: Sitio web Typman.

Anexo 81: Indicador de mantenimiento IMP.

$$IMP = \frac{HORAS \text{ DEDICADAS A MANTENIMIENTO PROGRAMADO}}{HORAS \text{ TOTALES DEDICADAS A MANTENIMIENTO}}$$

Fuente: Sitio web Typman.

Anexo 82: Indicador de mantenimiento IMC.

$$\text{IMC} = \frac{\text{HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO CORRECTIVO}}{\text{HORAS TOTALES DEDICADAS A MANTENIMIENTO}}$$

Fuente: Sitio web Typman.

Anexo 83: Aplicación indicador MTBF en máquina SPC, año 2013.

MES	TIEMPO TOTAL DEL PERIODO ANALIZADO	Nº DE HORAS TOTALES DEL PERIODO DE TIEMPO	Nº DE AVERÍAS	MTBF
SEPTIEMBRE	467:00:00	467	44	10,614
OCTUBRE	538:00:00	538	34	15,824
NOVIEMBRE	544:35:00	544,583	26	20,946
DICIEMBRE	540:00:00	540	19	28,421

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 84: Aplicación indicador MTTR en máquina SPC, año 2013.

MES	TIEMPO PARO POR AVERÍA	Nº DE HORAS DE PARO POR AVERÍA	Nº DE AVERÍAS	MTTR
SEPTIEMBRE	97:17:00	97,283	44	2,211
OCTUBRE	37:17:00	37,283	34	1,097
NOVIEMBRE	17:55:00	17,917	26	0,689
DICIEMBRE	19:35:00	19,583	19	1,031

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 85: Aplicación indicador D. por Avería en máquina SPC, año 2013.

MES	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD POR AVERÍA
SEPTIEMBRE	10,614	2,211	0,792
OCTUBRE	15,824	1,097	0,931
NOVIEMBRE	20,946	0,689	0,967
DICIEMBRE	28,421	1,031	0,964

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 86: Aplicación indicador IMP en máquina SPC, año 2013.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMP
SEPTIEMBRE	28:00:00	125:17:00	28	125,283	0,223
OCTUBRE	47:00:00	84:17:00	47	84,283	0,558
NOVIEMBRE	17:55:00	35:50:00	17,917	35,833	0,500
DICIEMBRE	22:30:00	42:05:00	22,5	42,083	0,535

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 87: Aplicación indicador IMC en máquina SPC, año 2013.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMC
SEPTIEMBRE	97:17:00	125:17:00	97,283	125,283	0,777
OCTUBRE	37:17:00	84:17:00	37,283	84,283	0,442
NOVIEMBRE	17:55:00	35:50:00	17,917	35,833	0,500
DICIEMBRE	19:35:00	42:05:00	19,583	42,083	0,465

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 88: Aplicación indicador MTBF en máquina SPC, año 2014.

MES	TIEMPO TOTAL DEL PERIODO ANALIZADO	Nº DE HORAS TOTALES DEL PERIODO DE TIEMPO	Nº DE AVERÍAS	MTBF
SEPTIEMBRE	505:50:00	505,833	14	36,131
OCTUBRE	548:50:00	548,833	14	39,202
NOVIEMBRE	505:50:00	505,833	14	36,131
DICIEMBRE	477:40:00	477,667	14	34,119

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 89: Aplicación indicador MTTR en máquina SPC, año 2014.

MES	TIEMPO PARO POR AVERÍA	Nº DE HORAS DE PARO POR AVERÍA	Nº DE AVERÍAS	MTTR
SEPTIEMBRE	13:11:00	13,183	14	0,942
OCTUBRE	13:10:00	13,167	14	0,94
NOVIEMBRE	13:10:00	13,167	14	0,94
DICIEMBRE	13:10:00	13,167	14	0,94

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 90: Aplicación indicador D. por Avería en máquina SPC, año 2014.

MES	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD POR AVERÍA
SEPTIEMBRE	36,131	0,942	0,974
OCTUBRE	39,202	0,94	0,976
NOVIEMBRE	36,131	0,94	0,974
DICIEMBRE	34,119	0,94	0,972

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 91: Aplicación indicador IMP en máquina SPC, año 2014.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMP
SEPTIEMBRE	34:10:00	47:21:00	34,167	47,35	0,722
OCTUBRE	36:10:00	49:20:00	36,167	49,333	0,733
NOVIEMBRE	34:10:00	47:20:00	34,167	47,333	0,722
DICIEMBRE	84:50:00	98:00:00	84,833	98	0,866

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 92: Aplicación indicador IMC en máquina SPC, año 2014.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMC
SEPTIEMBRE	13:11:00	47:21:00	13,183	47,35	0,278
OCTUBRE	13:10:00	49:20:00	13,167	49,333	0,267
NOVIEMBRE	13:10:00	47:20:00	13,167	47,333	0,278
DICIEMBRE	13:10:00	98:00:00	13,167	98	0,134

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 93: Aplicación indicador MTBF en máquina Planeta, año 2013.

MES	TIEMPO TOTAL DEL PERIODO ANALIZADO	Nº DE HORAS TOTALES DEL PERIODO DE TIEMPO	Nº DE AVERÍAS	MTBF
SEPTIEMBRE	465:00:00	465	31	15
OCTUBRE	532:30:00	533	24	22,188
NOVIEMBRE	522:30:00	523	16	32,656
DICIEMBRE	397:00:00	397	12	33,083

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 94: Aplicación indicador MTTR en máquina Planeta, año 2013.

MES	TIEMPO PARO POR AVERÍA	Nº DE HORAS DE PARO POR AVERÍA	Nº DE AVERÍAS	MTTR
SEPTIEMBRE	67:45:00	67,75	31	2,185
OCTUBRE	111:50:00	111,833	24	4,66
NOVIEMBRE	218:20:00	218,333	16	13,646
DICIEMBRE	45:25:00	45,417	12	3,785

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 95: Aplicación indicador D. por Avería en máquina Planeta, año 2013.

MES	MTBF	MTRR	DISPONIBILIDAD POR AVERÍA
SEPTIEMBRE	15	2,185	0,854
OCTUBRE	22,188	4,66	0,79
NOVIEMBRE	32,656	13,646	0,582
DICIEMBRE	33,083	3,785	0,886

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 96: Aplicación indicador IMP en máquina Planeta, año 2013.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMP
SEPTIEMBRE	07:30:00	75:15:00	7,5	75,25	0,1
OCTUBRE	15:00:00	126:50:00	15	126,833	0,12
NOVIEMBRE	10:00:00	228:20:00	10	228,333	0,04
DICIEMBRE	15:00:00	60:25:00	15	60,417	0,25

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 97: Aplicación indicador IMC en máquina Planeta, año 2013.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMC
SEPTIEMBRE	67:45:00	75:15:00	67,750	75,25	0,9
OCTUBRE	111:50:00	126:50:00	111,833	126,833	0,882
NOVIEMBRE	218:20:00	228:20:00	218,333	228,333	0,956
DICIEMBRE	45:25:00	60:25:00	45,417	60,417	0,752

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 98: Aplicación indicador MTBF en máquina Planeta, año 2014.

MES	TIEMPO TOTAL DEL PERIODO ANALIZADO	Nº DE HORAS TOTALES DEL PERIODO DE TIEMPO	Nº DE AVERÍAS	MTBF
SEPTIEMBRE	497:00:00	497	5	99,4
OCTUBRE	541:40:00	541,667	5	108,333
NOVIEMBRE	497:00:00	497	5	99,4
DICIEMBRE	477:00:00	477	5	95,4

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 99: Aplicación indicador MTTR en máquina Planeta, año 2014.

MES	TIEMPO PARO POR AVERÍA	Nº DE HORAS DE PARO POR AVERÍA	Nº DE AVERÍAS	MTTR
SEPTIEMBRE	08:42:00	8,7	5	1,74
OCTUBRE	08:41:00	8,683	5	1,74
NOVIEMBRE	08:42:00	8,7	5	1,7
DICIEMBRE	08:42:00	8,7	5	1,74

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 100: Aplicación indicador D. por Avería en máquina Planeta, año 2014.

MES	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD POR AVERÍA
SEPTIEMBRE	99,400	1,74	0,982
OCTUBRE	108,333	1,74	0,984
NOVIEMBRE	99,400	1,7	0,982
DICIEMBRE	95,400	1,74	0,982

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 101: Aplicación indicador IMP en máquina Planeta, año 2014.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMP
SEPTIEMBRE	43:00:00	51:42:00	43	51,7	0,832
OCTUBRE	43:20:00	52:01:00	43,33	52,017	0,833
NOVIEMBRE	43:00:00	51:42:00	43	51,7	0,832
DICIEMBRE	85:30:00	94:12:00	85,5	94,2	0,908

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 102: Aplicación indicador IMC en máquina Planeta, año 2014.

MES	TIEMPO DEDICADO A MANTENIMIENTO	TIEMPO TOTAL DEDICADO A	HORAS DEDICADAS A MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES DEDICADAS A	IMC
SEPTIEMBRE	08:42:00	51:42:00	8,7	51,7	0,168
OCTUBRE	08:41:00	52:01:00	8,683	52,017	0,167
NOVIEMBRE	08:42:00	51:42:00	8,7	51,7	0,168
DICIEMBRE	08:42:00	94:12:00	8,7	94,2	0,092

Fuente: Elaboración propia.