

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



TESIS

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA CONVERTIDORA DE
PAPEL DE 10 T/Hr”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

**ELABORADO POR:
CHRISTOPHER MICHAEL MAYO URRUTIA**

**ASESOR:
ING. ENRIQUE SARMIENTO SARMIENTO**

LIMA – PERÚ

2017

Dedicatoria:

A mi madre Jenny, por su apoyo incondicional y su eterna paciencia. A mi heramno Jonathan, mi fuente de inspiracion, tambièn a mis familiares y amistades mas cercanas que, en una fuerza conjunta, hicieron de esto pasible y sea realidad.

Agradecimiento:

Amis asesores y miembros del jurado, por hacerme llegar sus inquietudes y aportes enriquecedores en la realización de la Tesis.

A mis colegas, compañeros de estudio y toda persona que aportaron y creyeron en el logro de este objetivo.

ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
PRÓLOGO	01
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN	04
1.1 Antecedentes	04
1.2 Objetivos	05
1.3 Alcances y limitaciones	05
1.4 Justificación	06
CAPITULO II.- DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO	07
2.1 La función mantenimiento	07
2.1.1. Funciones primarias	07
2.1.2. Funciones secundarias	08
2.2 Administración del mantenimiento	08
2.2.1 Interna	08
2.2.2 Externa (subcontratación)	09
2.3 Evolución del mantenimiento	09
2.4 Tipos de mantenimiento	12
2.4.1. Mantenimiento correctivo	12
2.4.2. Mantenimiento preventivo	12
2.4.3. Mantenimiento predictivo	13
2.5 Herramientas de análisis del mantenimiento	13
2.5.1. Auditoria del mantenimiento	13

2.5.2.	Diagrama de Ishikawa	14
2.5.3.	Análisis de criticidad	15
2.5.4.	Análisis de Pareto	18
2.6	Gestión del mantenimiento	19
2.6.1.	Gestión de los equipos	19
2.6.2.	Gestión de los recursos humanos	19
2.6.3.	Gestión de los trabajos	20
2.6.4.	Gestión de costos	20
CAPITULO III.- MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA EMPRESA		21
3.1	Presentación general de la planta	22
3.2	Estructura organizacional	22
3.3	Infraestructura de la planta	24
3.4	Proceso productivo	25
3.5	Listado y descripción técnica de los equipos	26
3.6	Departamento de mantenimiento	28
3.6.1.	Organización	28
3.6.2.	Infraestructura del departamento	29
3.6.3.	Régimen de operación y funcionamiento	30
CAPITULO IV.- ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO		32
4.1	Auditoria del mantenimiento	33
4.2	Análisis de diagrama de Ishikawa	39
4.3	Análisis de Criticidad	41
4.4	Análisis de Pareto	45

CAPITULO V.- GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	47	
5.1	Gestión de equipos	48
5.1.1.	Clasificación de los equipos	48
5.1.2.	Inventario de equipos	50
5.1.3.	Dossier maquina	50
5.1.4.	Fichero histórico de la maquina	53
5.1.5.	Repuestos críticos	53
5.2	Gestión de recursos humanos	55
5.2.1.	Organigrama de mantenimiento	55
5.2.2.	Formación y adiestramiento de personal	57
5.2.3.	Subcontratación del mantenimiento	57
5.2.4.	Seguridad y salud en el trabajo	59
5.3	Gestión de trabajos	59
5.3.1.	Política de mantenimiento	59
5.3.2.	Establecimiento de un plan de mantenimiento	61
5.3.3.	Planificación de los trabajos	66
5.3.4.	Programación de los trabajos	68
5.3.5.	Ejecución de los trabajos	70
5.4	Gestión de costos	72
5.4.1.	Presupuesto de mantenimiento	72
5.4.2.	Costos de mantenimiento	74
5.5	Control de la gestión del mantenimiento	76
5.5.1.	Cuadro de mando integral del mantenimiento	76
5.5.2.	Indicadores de mantenimiento	76

CAPITULO VI. - CONTROL DEL MANTENIMIENTO	81
6.1 Control de gestión de equipos	82
6.1.1. Análisis de equipos	82
6.1.2. Calculo de DG	85
6.1.3. Calculo de DI	91
6.1.4. Evaluación de rendimientos	96
6.2 Control de gestión de recursos humanos	98
6.2.1. Cálculo de ICMP	98
6.2.2. Cálculo de ICMC	103
6.3 Control de gestión de trabajos	108
6.3.1. Cálculo de ICTP	108
6.3.2. Cálculo de ICPR	112
6.4 Control de gestión de costos	116
6.4.1. Análisis de costos	116
6.4.2. Cálculo de ICPM	127
6.4.3. Cálculo de CMPX	131
6.4.4. Costos 2013 VS Costos 2014	137
6.4.5. Elaboración del Presupuesto Anual de Mantenimiento	139
CAPITULO VII.- EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO	143
7.1 Auditoría de Mantenimiento	144
7.2 Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento	146
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	150

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- OTC: Orden de trabajo de mantenimiento correctivo
- OTP: Orden de trabajo de mantenimiento preventivo
- DG: Disponibilidad Genérica
- DI: Disponibilidad Inherente
- MTBF: Tiempo medio entre fallas
- MTTR: Tiempo medio para reparar
- ICMP: Índice de cobertura de mantenimiento preventivo
- ICMC: Índice de cobertura de mantenimiento correctivo
- ICTP: Índice de cumplimiento de trabajos preventivos
- ICPR: Índice de cumplimiento de trabajos programados
- CMPX: Costo de Mantenimiento por Unidades de Producción
- ICPM: Índice de costos por mantenimiento preventivo
- DMX: Disponibilidad máxima
- TO: Tiempo de operación
- TPREV: Tiempo preventivo
- HR-HB: Horas-Hombre
- CMO: Costo de mano de obra
- CSG: Costo de servicios generales
- CAG: Costo de consumo de agua
- CEE: Costo de consumo de energía eléctrica
- CF: Costo de fallas
- CTMN: Costo total de mantenimiento

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Estructura de la auditoría del mantenimiento	14
Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa	15
Figura 2.3. Modelo de Matriz de Criticidad	18
Figura 2.4. Diagrama de Pareto	19
Figura 3.1. Organigrama General de la Planta	23
Figura 3.3. Proceso Productivo - Parte 1	25
Figura 3.5. Organigrama actual del mantenimiento	28
Figura 4.1. Radar General del mantenimiento actual	38
Figura 4.2. Radar por Categorías del mantenimiento actual	38
Figura 4.3. Diagrama de Ishikawa del mantenimiento en planta	40
Figura 4.4. Matriz de Criticidad	44
Figura 4.5. Diagrama de Pareto de equipos – Año 2013	46
Figura 5.1. Clasificación general de equipos	49
Figura 5.2. Desglose de equipos	51
Figura 5.3. Repuestos críticos de equipos	55
Figura 5.4. Organigrama de mantenimiento	57
Figura 5.5. Plan de mantenimiento de equipos	65
Figura 5.6. Planificación y Programación del trabajo	69
Figura 6.1. Evolución DG equipos críticos	87
Figura 6.2. Evolución DG equipos semicriticos de conversión	87
Figura 6.3. Evolución DG equipos semicriticos de impresión	88
Figura 6.4. Evolución DG equipos no críticos	88
Figura 6.5. DG anual de equipos	90

Figura 6.6. DI anual de equipos	95
Figura 6.7. DG vs DT	97
Figura 6.8. Evolución ICMP equipos críticos	99
Figura 6.9. Evolución ICMP equipos semicriticos de conversión	100
Figura 6.10. Evolución ICMP equipos semicriticos de impresión	100
Figura 6.11. Evolución ICMP equipo impresora MOW Champion	101
Figura 6.12. Evolución ICMP equipos no críticos	101
Figura 6.13. Evolución ICMC equipos críticos	104
Figura 6.14. Evolución ICMC equipos semicriticos de conversión	105
Figura 6.15. Evolución ICMC equipos semicriticos de impresión	105
Figura 6.16. Evolución ICMC equipo impresora Hamilton 1	106
Figura 6.17. Evolución ICMC equipos no críticos	106
Figura 6.18. Evolución ICTP equipos críticos	109
Figura 6.19. Evolución ICTP equipos semicriticos de conversión	110
Figura 6.20. Evolución ICTP equipos semicriticos de impresión	110
Figura 6.21. Evolución ICTP equipos no críticos	111
Figura 6.22. Evolución ICPR equipos críticos	113
Figura 6.23. Evolución ICPR equipos semicriticos de conversión	114
Figura 6.24. Evolución ICPR equipos semicriticos de impresión	114
Figura 6.25. Evolución ICPR equipos no críticos	115
Figura 6.26. Evolución costos equipos críticos	123
Figura 6.27. Evolución costos equipos semicriticos de conversión	123
Figura 6.28. Evolución costos equipos semicriticos de impresión	124
Figura 6.29. Evolución costos equipo impresora Hamilton 1	124
Figura 6.30. Evolución costos equipos no críticos	125
Figura 6.31. Evolución ICPM equipos críticos	128

Figura 6.32. Evolución ICPM equipos semicriticos de conversión	129
Figura 6.33. Evolución ICPM equipos semicriticos de impresión	129
Figura 6.34. Evolución ICPM equipos no críticos	130
Figura 6.35. Evolución CMPX equipos críticos	132
Figura 6.36. Evolución CMPX equipos semicriticos de conversión	133
Figura 6.37. Evolución CMPX equipo Convertidora 2	133
Figura 6.38. Evolución CMPX equipos semicriticos de impresión	134
Figura 6.39. Evolución CMPX equipo impresora Hamilton 1	134
Figura 6.40. Evolución CMPX equipos no críticos	135
Figura 6.41. Evolución CMPX equipo Contómetro 4	135
Figura 7.1. Radar general de Mantenimiento	145
Figura 7.2. Radar por categorías de Mantenimiento	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Equipos de Producción	26
Tabla 3.2. Equipos Auxiliares	27
Tabla 4.1. Fichas de auditoria (identificación y estudio de criticidad)	33
Tabla 4.2. Fichas de auditoria (estudio de criticidad e información de equipos)	34
Tabla 4.3. Fichas de auditoria (estado del departamento y estado de costos)	35
Tabla 4.4. Fichas de auditoria (efectividad del departamento)	36
Tabla 4.5. Resumen de auditoria de mantenimiento	36
Tabla 4.6. Resumen por categorías de auditoria de mantenimiento	37
Tabla 4.7. Criterios de criticidad	41

Tabla 4.8. Cálculos efectuados de la criticidad de equipos	42
Tabla 4.9. Cálculos efectuados del análisis de Pareto	45
Tabla 6.1. Lista de equipo por tipo de proceso	82
Tabla 6.2. Tabla de valores estándar y máximo teórico de disponibilidad	84
Tabla 6.3. Calculo de DG	85
Tabla 6.4. Calculo de DG	85
Tabla 6.5. Calculo de DG	86
Tabla 6.6. Calculo de DG	86
Tabla 6.7. Calculo de DI	91
Tabla 6.8. Calculo de DI	92
Tabla 6.9. Calculo de DI	93
Tabla 6.10. DI anual y TPREV de equipos	94
Tabla 6.11. Comparativos DG y DI anual	96
Tabla 6.12. Calculo de ICMP	98
Tabla 6.13. Calculo de ICMP	98
Tabla 6.14. Calculo de ICMP	99
Tabla 6.15. Calculo de ICMC	103
Tabla 6.16. Calculo de ICMC	103
Tabla 6.17. Calculo de ICMC	104
Tabla 6.18. Calculo de ICTP	108
Tabla 6.19. Calculo de ICTP	108
Tabla 6.20. Calculo de ICTP	109
Tabla 6.21. Calculo de ICPR	112
Tabla 6.22. Calculo de ICPR	112
Tabla 6.23. Calculo de ICPR	113

Tabla 6.24. Costos Totales de mano de obra	118
Tabla 6.25. Costos Totales de materiales	119
Tabla 6.26. Costos Totales de Servicios Generales	120
Tabla 6.27. Costos por tiempos perdidos	121
Tabla 6.28. Costos totales del mantenimiento	122
Tabla 6.29. Calculo de ICPM	127
Tabla 6.30. Calculo de ICPM	127
Tabla 6.31. Calculo de ICPM	128
Tabla 6.32. Calculo de CMPX	131
Tabla 6.33. Calculo de CMPX	131
Tabla 6.34. Calculo de CMPX	132
Tabla 6.35. Costos 2013 vs 2014	138
Tabla 6.36. Resumen de presupuesto por trabajos de mantenimiento	141
Tabla 6.37 Resumen de presupuesto por servicios de mantenimiento	141
Tabla 6.38. Resumen de presupuesto por mano de obra de mantenimiento	142
Tabla 6.39. Resumen de presupuesto por recursos de mantenimiento	142
Tabla 6.40. Resumen de presupuesto anual de mantenimiento 2015	142
Tabla 7.1. Resumen general del mantenimiento actual	144
Tabla 7.2. Resumen por categorías del mantenimiento actual	144
Tabla 7.3. Indicadores de Mantenimiento	146
Tabla 7.4. Cuadro de Mando Integral del mantenimiento	146

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 2.1. Criticidad Total	17
Fórmula 2.2. Consecuencia de falla	17
Fórmula 4.1. Criticidad Total	41
Fórmula 4.2. Consecuencia de falla	42
Fórmula 5.1. Disponibilidad Genérica	78
Fórmula 5.2. Disponibilidad Genérica	78
Fórmula 5.3. Disponibilidad Inherente	78
Fórmula 5.4. Tiempo medio entre fallas	78
Fórmula 5.5. Tiempo medio para reparar	79
Fórmula 5.6. Índice de cobertura de mantenimiento preventivo	79
Fórmula 5.7. Índice de cobertura de mantenimiento correctivo	79
Fórmula 5.8. Índice de cumplimiento de trabajos preventivos	79
Fórmula 5.9. Índice de cumplimiento de programación	80
Fórmula 5.10. Costo de Mantenimiento por unidad de producción	80
Fórmula 5.11. Índice de costos planificados del mantenimiento	80
Fórmula 6.1. Disponibilidad máxima del equipo	83
Fórmula 6.2 Tiempo de operación del equipo	83
Fórmula 6.3. Periodo preventivo	94
Fórmula 6.4. Costos de mano de obra	116
Fórmula 6.5. Costos de servicios generales	116
Fórmula 6.6. Costos de servicios generales por consumo de agua	116
Fórmula 6.7. Costos de servicios generales por consumo de energía	116
Fórmula 6.8. Costos de falla	117
Fórmula 6.9. Costo total de Mantenimiento	117
Fórmula 6.10. Costo total de Mantenimiento	117

ARCHIVOS ADJUNTOS EN EL CD:

- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
- PLAN MAESTRO DE EQUIPOS
- PLAN MAESTRO DE REPUESTOS CRÍTICOS
- ILUSTRACIÓN DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN
- MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER)
- PROCEDIMIENTO E INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO
- NORMATIVAS Y DISPOSICIONES LEGALES
- TABLA DE VALORES DE CONSUMO ENERGÉTICO DE EQUIPOS
- TABLA DE VALORES DE CONSUMO DE AGUA DE EQUIPOS
- HOJA DE CÁLCULO EXCEL "ANÁLISIS MAQUINAS"
- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO
- FORMATO DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN
- FORMATO DE LUBRICACIÓN DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN
- FORMATO DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE SERVICIOS GENERALES
- HISTORIAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS
- HISTORIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
- LISTADO DE HERRAMIENTAS DEL PERSONAL TÉCNICO
- ESTRUCTURA DE COSTOS DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN
- DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS

PRÓLOGO

El objetivo fundamental de la presente Tesis es la evaluación técnica, planteamiento, desarrollo y control de un sistema de gestión del mantenimiento en una **planta convertidora de papel** con una tasa de producción estándar de 10 T/Hr. Para dicho propósito, se identificará la problemática, mediante un **Análisis Técnico** de la situación actual del estado del mantenimiento y la aplicación de acciones de mejora orientada con la implementación de un **Sistema de Gestión del Mantenimiento**. Estas acciones nos permitirán, identificar y evaluar puntos claves de mejora, dando como resultado una serie de actividades de buenas prácticas del mantenimiento, entre las más importantes: la Auditoría y Evaluación de desempeño, el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo, el Presupuesto Anual y el Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento.

La tesis está comprendida en siete (07) capítulos y un apartado final dedicado a exponer las conclusiones y recomendaciones. Se complementa con un listado de referencias bibliográficas y con anexos que contribuyen a un mejor conocimiento del desarrollo del presente trabajo.

En el **primer capítulo; "Introducción"**, se precisan los antecedentes en que se basó y se desarrolló el proyecto. Además contiene: los objetivos que se quieren alcanzar, los alcances y limitaciones establecidas durante su ejecución, y se precisa la justificación e importancia de la presente Tesis.

El **segundo capítulo**; ***“Definiciones del Mantenimiento”***, presenta aspectos teóricos importantes para el desarrollo del proyecto, como: la conceptualización del mantenimiento como función, el aspecto organizacional del mantenimiento, la evolución del mantenimiento en el siglo XX, tipos de mantenimiento, y las herramientas de análisis técnico.

El **tercer capítulo**; ***“Memoria descriptiva de la empresa”***, se da una presentación general de la planta, la estructura organizacional, la infraestructura de las instalaciones, descripción genérica de los procesos productivos que se desarrollan en la Planta Convertidora de papel, el listado y descripción de los equipos involucrados, y el área de Mantenimiento presente en la planta.

El **cuarto capítulo** denominado ***“Análisis del Mantenimiento”***, nos enfocamos en emplear las herramientas de diagnóstico: auditoría del mantenimiento, diagrama de Ishikawa, análisis de Criticidad y análisis de Pareto. Esto nos permite evaluar el estado del mantenimiento y en base a los resultados obtenidos, desarrollar los planes y estrategias para la mejora y optimización del sistema.

“Gestión del mantenimiento”; es el título del **quinto capítulo** de la tesis. En este capítulo, comprende las 4 etapas elementales para la evaluación, planteamiento y desarrollo de un sistema de gestión del mantenimiento: los equipos, los recursos humanos, los trabajos y los costos.

El **sexto capítulo**; ***“Control del mantenimiento”***, se presenta los cálculos efectuados y representados por medio de indicadores o ratios de control, que permitirá interpretar tendencias y desviaciones que influyen en el trabajo del Mantenimiento con el área de Producción. Los puntos clave de control comprenden:

gestión de equipos, gestión de recursos humanos, gestión de trabajos y gestión de costos.

En el **séptimo capítulo; “Evaluación del mantenimiento”**, comprende las acciones para evaluar los resultados obtenidos de los objetivos antes planeados y establecer alternativas de corrección o de mejora, en el sistema de gestión del mantenimiento: la Auditoría del mantenimiento y el Cuadro de Manto Integral de Mantenimiento.

La tesis finaliza, presentando las **recomendaciones** y **conclusiones** que se derivan del trabajo de tesis, así como también, la **bibliografía** que compila las referencias consultadas e investigadas, y los **anexos** correspondientes.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el contexto actual, las empresas generadoras de bienes y/o servicios que utilizan instalaciones, edificios, máquinas, equipos, herramientas, dispositivos, etc.; para lograr su objetivo necesitan conservar el estado de funcionamiento y condiciones de operación adecuados a sus necesidades. Además también se requiere que la vida útil del activo sea la máxima posible al mínimo costo, lo que se logra a través del mantenimiento, el cual actúa como una entidad de servicio a la producción.

Todo esto sumado a la complejidad empresarial, el gran desarrollo tecnológico involucrado en los equipos de producción, en edificios e instalaciones de prestación de servicio, hacen que el mantenimiento se deba estudiar y aplicar con mayor rigurosidad de análisis cuantitativo como cualitativo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Desarrollar una metodología de planeamiento y control mediante el diseño de un sistema de gestión del mantenimiento para una empresa convertidora de papel, que le permita tomar mejores decisiones en proyectos de corto - mediano plazo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual en el proceso de gestión de mantenimiento.
- Describir la necesidad e importancia de relacionar los conceptos operativos con un sistema de gestión.
- Proponer lineamientos básicos para la implementación de una metodología de planeamiento y control de la gestión de mantenimiento de equipos.
- Determinar la relación costo-beneficio que surgirá con la elaboración y puesta en marcha del diseño de modelo de gestión a proponer.
- Establecer propuestas que permitan la adaptación de una herramienta de mantenimiento y mejoras a aportar a la gestión.

1.3 Alcances y limitaciones

- El análisis abarca solamente a los equipos que incurren en el proceso productivo; no será parte del estudio, los equipos pertenecientes a la infraestructura de la planta, distribución y transporte de productos.
- El tiempo de análisis y desarrollo del sistema de mantenimiento comprende un año de duración (2014).

- La información necesaria para este proyecto, se fue actualizando y desarrollando en el transcurso del año.
- Los datos personales de la empresa y el personal son confidenciales, como condición acordada para poder realizar el presente proyecto.

1.4 Justificación

- El presente proyecto permitirá consolidar los conocimientos y los perfiles profesionales, concernientes y necesarios para ejercer la Ingeniería de Mantenimiento en la industria.
- El proyecto de tesis es pertinente dentro del contexto de la industria peruana; donde la necesidad de tener un plan de mantenimiento; es decidida; frecuentemente sin tomar en cuenta; la necesidad, el estado y rol del mantenimiento dentro de la organización.
- El análisis técnico y la implementación del sistema de gestión permite sentar las bases al sistema de mantenimiento para todo tipo de industria; y facilitar así su evolución en un horizonte de mediano y largo plazo.
- El enfoque y perspectiva adoptadas en función de la problemática presentada, es un aporte que contribuye y nutre a la Universidad y casa de estudios; siguiendo con el legado de nuestros antecesores.

CAPÍTULO II

DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO

2.1 La función del mantenimiento

Las funciones de un departamento de mantenimiento, es diferente en cada planta, esto es dada por sus características como: el tamaño de las instalaciones, el tipo de industria, la política y los antecedentes de la empresa. No obstante, toda industria se puede clasificar sus funciones según sea su intervención e importancia entre el departamento y la organización, denominadas primarias y secundarias.

2.1.1 Funciones primarias

- Mantenimiento de las edificaciones existentes en la empresa y de sus instalaciones.
- Mantenimiento de los diferentes equipos existentes en la empresa.
- Inspección y lubricación de equipos en general de acuerdo a las condiciones y recomendaciones del fabricante.
- Ejecución de las operaciones estándares tanto de mantenimiento preventivo como correctivo.
- Modificaciones a los equipos y edificios existentes.
- Nuevas instalaciones en los equipos y edificios.

- Inspecciones programadas de las edificaciones, maquinarias, equipos y en general los sistemas y equipamiento complementario de la organización.

2.1.2 Funciones secundarias

- Almacenamiento, almacén de stock.
- Protección de las plantas, edificaciones en general.
- Recuperación y programas de reciclaje.
- Manejo de inventarios de los activos de la planta.
- Eliminación y control permanente de desperdicios, contaminantes y ruidos.

2.2 Administración del mantenimiento

Un sistema de administración de mantenimiento, es el conjunto de funciones, técnicas, métodos y herramientas, que combinadas con el recurso humano adecuado, nos permite lograr una ejecución efectiva del mantenimiento. Esto nos permite hacer un uso óptimo del recurso humano, del presupuesto asignado para conservar el equipo e instalaciones y del tiempo para llevar a cabo una reparación o servicio.

2.2.1 Interna

Es el mantenimiento que se realiza con personal que pertenece a la organización de la empresa. Los trabajos que realizan son de diferente índole como: inspecciones, reparaciones y fabricaciones menores de las piezas de las máquinas de planta; en algunas ocasiones, brinda soporte a los equipos auxiliares y pertenecientes a la infraestructura de la planta.

2.2.2 Externa (subcontratación)

Es el mantenimiento que se realiza con personal externo a la empresa, según la conveniencia y especificaciones del trabajo, con la condición fundamental de que los trabajos a realizar satisfagan las expectativas de la empresa. Estos trabajos son

de diferente índole como: fabricaciones, reparaciones y maquinados de las piezas de las máquinas de planta; realizados con procesos y herramientas especiales que no poseen en la planta, debido a su alto costo o la falta de disponibilidad del personal técnico para realizar dichas actividades.

2.3 Evolución del mantenimiento

A **comienzos del siglo XX**, había una gran cantidad y mayor complejidad de las máquinas, haciendo que el trabajador emplea mucho tiempo en reparar (**mantenimiento correctivo**). Como solución a esta problemática, se contrata personal de mantenimiento correctivo para que los operadores sigan produciendo.

Durante la **Primera y Segunda Guerra Mundial**, la industria en general tenía la necesidad de trabajar en forma continua y masiva, provocando que se incremente la cantidad de fallas en las maquinas. Para resolver estos inconvenientes, al personal de Mantenimiento Correctivo se le asignaba tareas preventivas para evitar que las máquinas más importantes fallaran.

En la **etapa post guerra**, ingenieros japoneses crearon una nueva tendencia en el mantenimiento. Esta consistía en seguir las recomendaciones de los fabricantes de equipos acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento (**Mantenimiento Preventivo**). Los gerentes de planta se interesaron cada vez más en hacer que sus supervisores y técnicos, desarrollaran programas de inspección y rutas de lubricación para prevenir daños al equipo.

A finales de los **años '50**, debido al fuerte crecimiento de la productividad, la exigencia de los mercados por la mejora aumentó la calidad del producto. Fue entonces que se desarrolló el **Mantenimiento Productivo (PM)**, como una mejora del mantenimiento preventivo enfocado a prever los fallos de los sistemas mediante

un plan adecuado a los lineamientos de producción. Esto enfocó el trabajo de mantenimiento a obtener tanto calidad como cantidad de producto, y no sólo dedicarse al cuidado de las máquinas.

Durante los **años '60**, en la industria de la aviación desarrollaron el **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)**. Consistía en un proceso metódico y lógico que se centraba en la seguridad, mejorando la disponibilidad y la optimización de recursos. Además, el proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas teniendo en cuenta su confiabilidad o probabilidad al fallo.

Para **1964** se introduce el **PM en Japón**, donde el concepto del mantenimiento productivo puso el sello característico japonés: que todos los operadores y supervisores participen en el mantenimiento de los equipos de producción. Es aquí donde se manifiesta la influencia de **Calidad en el Mantenimiento**.

Durante los **años '70**, aparecen paralelamente dos filosofías de mantenimiento : por un lado desde **Occidente (Estados Unidos)** se da el concepto de **Costo de Ciclo de Vida (LCC)** que vincula los conceptos de vida útil con el de la rentabilidad y el mantenimiento durante la vida productiva de los sistemas , y desde **Oriente (Japón)** aparece el **Mantenimiento Productivo Total (TPM)** ,que pretende establecer una cultura de carácter participativa en todos los empleados de la empresa buscando un equilibrio funcional entre las responsabilidades de producción y mantenimiento en la conservación del equipo.

Con el avance de la tecnología, se creó una técnica que diagnostica el estado del equipo (**el mantenimiento predictivo**). Esta técnica nos permite predecir, en base a las observaciones encontradas, el momento en que falle la máquina, de tal

manera que se pueda hacer un plan con anticipación. Así, el tiempo de paro del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Entre los años '70 y '80, se comenzó a difundir el **uso de las computadoras** en oficinas e instalaciones de la planta. Sin embargo, trabajaban en forma aislada y sin ningún nexo con otras áreas. Fue entonces que se empezaron a crear los primeros **sistemas de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS)**. Estos sistemas relacionaban: Producción, Mantenimiento, Logística y Recursos Humanos.

Entre los años '80 y '90, la **preservación del medio ambiente** toma cada vez más importancia en las empresas. Dicha importancia es vinculada al mantenimiento, es aquí donde se ejecutan la mayor cantidad y volumen de actividades que pueden ocasionar daños al medio ambiente. Es por ello, que se crean reglamentos y políticas, los cuales se enfocan a las personas, los equipos y los procesos de mantenimiento.

De los **años 90' hasta la actualidad**, estamos en un **mundo globalizado**, donde las empresas han adquirido mayor complejidad y un gran desarrollo tecnológico involucrado en los equipos e instalaciones. Esto hace que el mantenimiento se deba estudiar y aplicar con mayor rigurosidad y profundidad en su análisis.

Las **filosofías de mantenimiento** que han aparecido a lo largo del tiempo se siguen utilizando, conforme al contexto y nivel de conocimiento de cada organización. No obstante, es cada vez frecuente la aparición de nuevas técnicas, adaptaciones o combinaciones de estas.

2.4 Tipos de mantenimiento

2.4.1 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación de la falla. Se distinguen 2 tipos de actividades correctivas: **de emergencia (apaga incendios)**, que devuelva el equipo a condición operativas, pero irregulares. En cambio, la **correcta y definitiva**, si se devuelve efectivamente a sus condiciones de operación establecidas.

El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento es que el paro del equipo genera no funcionamiento para cumplir su función ocasionando grandes pérdidas económicas, sobre todo si el que produce mayor volumen de producción. Sin embargo hay casos que no afecta a la producción o servicio, lo cual se opta a que falle.

2.4.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la ejecución de inspecciones periódicas, actividades de conservación y restauración programadas, con el fin de detectar estados inadecuados, que pueden ocasionar paros en la producción o deterioro grave en las máquinas, equipos o instalaciones de la planta. Se distinguen 2 tipos de actividades preventivas: **basado en el tiempo** o sea en la frecuencia de inspección y la segunda **basada en la condición de desgaste** encontrada en la última revisión.

Sus principales ventajas frente a otros tipos de tareas de mantenimiento son: evita averías mayores como consecuencia de pequeños fallos, realiza las reparaciones en el momento más oportuno tanto para producción como para mantenimiento.

Sin embargo presenta el inconveniente es el económico, debido a que se puede reemplazar estando el componente en condiciones de seguir trabajando.

2.4.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo estudia permanentemente la evolución temporal de ciertos parámetros del proceso de operación de una máquina para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué período de tiempo se va dar dicho evento, para así poder planificar las actividades con el tiempo suficiente para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos. Sus principales ventajas del mantenimiento predictivo son: facilita el análisis de las averías al permitir seguir un defecto o falla en el tiempo, reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente que elemento es el que falla.

El principal inconveniente del mantenimiento predictivo es de tipo económico. Para cada máquina es necesaria la instalación de equipos de medición de parámetros que puedan ser: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruidos, vibraciones, agrietamientos, etc.

2.5 Herramientas de análisis del mantenimiento

2.5.1 Auditoria del mantenimiento

El propósito de la Auditoria del Mantenimiento es determinar donde la organización creada para el mantenimiento del activo de la organización está bien implementada, con el fin de fortalecer este aspecto y ver qué áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos. Para nuestro análisis, la auditoría se enfocó en 6 aspectos fundamentales en el desempeño del mantenimiento en la planta en cuestión y la medición y evaluación de resultados obtenidos:

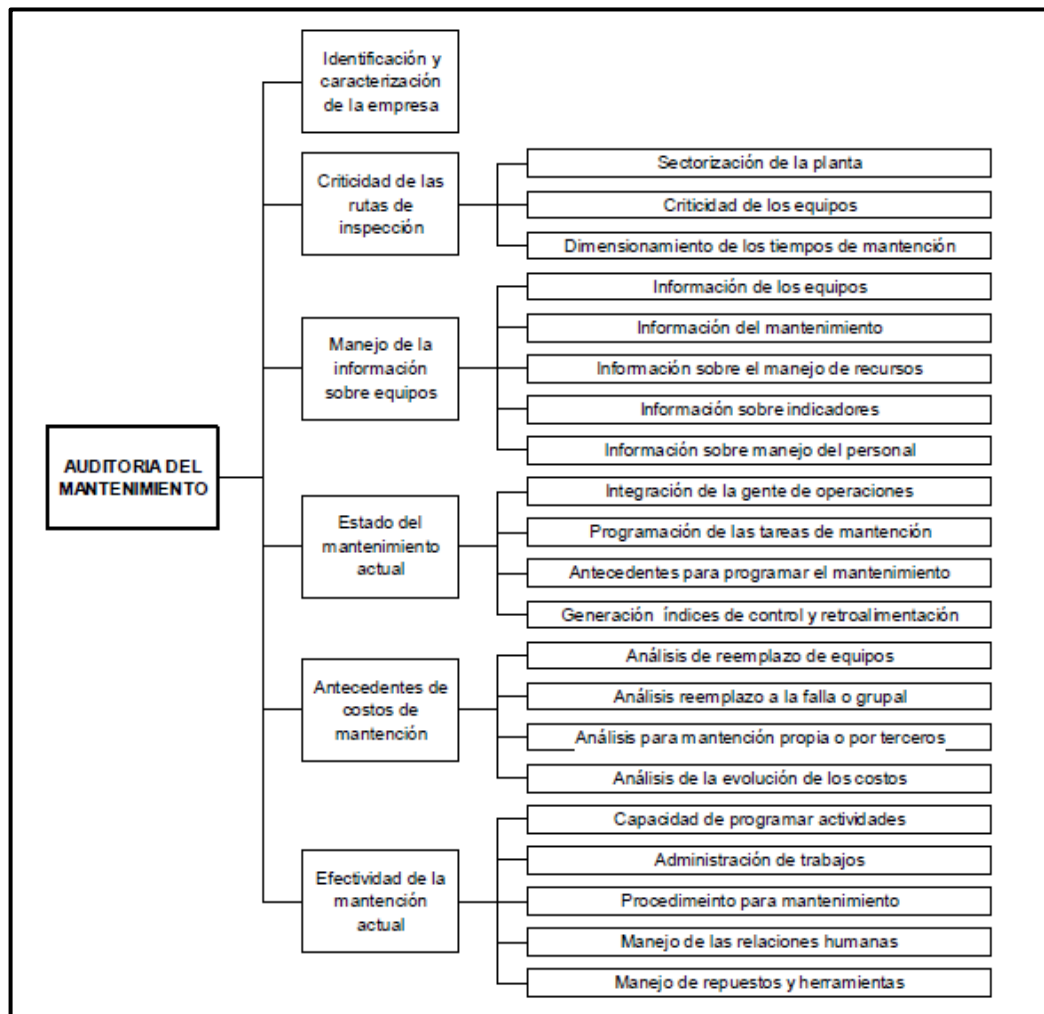


Figura 2.1. Estructura de la auditoría del mantenimiento

2.5.2 Diagrama de Ishikawa

Es una herramienta vital en los procesos de causas de fallas y de productos y/o servicios defectuosos. En el mantenimiento, ubica y esquematiza todas las causas potenciales que generan la falla o el defecto en el servicio de mantenimiento o de producción, para posteriormente establecer planes para su eliminación o control.

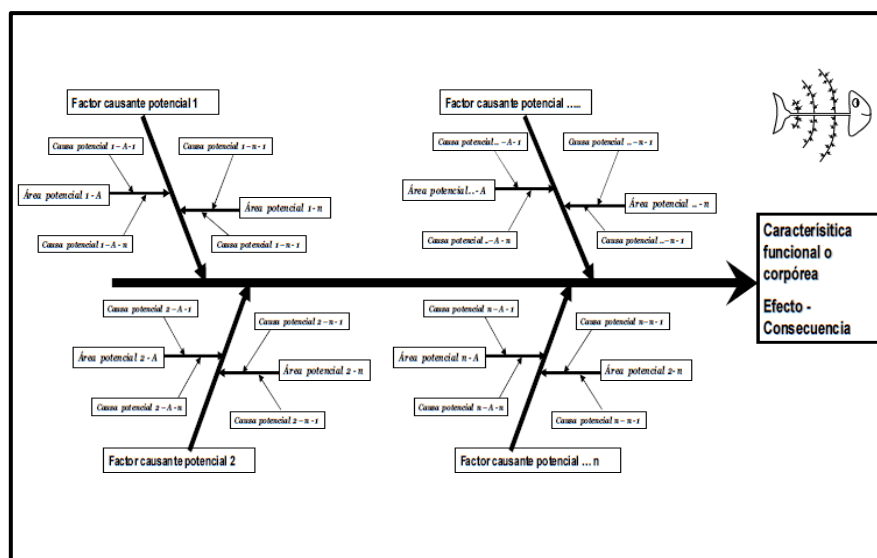


Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa

2.5.3 Análisis de criticidad

El análisis de la criticidad de los equipos nos sirve para poder jerarquizar según su importancia, los elementos (sistemas) sobre los cuales vale la pena dirigir nuestros recursos (humanos, económicos y tecnológicos).

2.5.3.1 Factores a considerar en la selección de equipos críticos

Debido a la gran cantidad de equipos e instalaciones dentro de la empresa, es necesario efectuar una selección adecuada, en función de la importancia y los impactos negativos en la producción de los bienes de la empresa. Para ello, se toman los siguientes criterios:

- De acuerdo a la frecuencia y los tiempos de operación de los mismos.
- Costo del equipo que justifique su protección y mantenimiento.
- Si la falla o detención de un equipo afecta directamente el servicio brindado a los clientes o al proceso productivo general de la empresa.
- Si se cuenta con equipo de respaldo en caso de contingencias.

- Si las fallas de estos equipos podrían afectar la seguridad de los clientes, así como la imagen de la empresa y el cumplimiento de objetivos o metas de producción.
- Si se modernizó para extender su vida útil o si ha llegado al límite.
- Si el costo de las reparaciones está sobre el costo del cambio del equipo.
- Equipos que tengan un tiempo de servicio mayor a 16 horas al día en promedio por lo menos 5 días de la semana de manera continua en un año calendario.

Para poder realizar un correcto análisis, es necesario definir a que nivel del conjunto (equipo, sistema, componente, etc.) debería ser conducido el estudio.

- **Componente:** es una unidad o conjunto de unidades cuya funcionalidad se estudia independientemente de la de sus partes.
- **Sistema:** podemos definir un sistema como un conjunto de componentes relacionados entre sí.
- **Subsistema:** es una parte del sistema, este puede estudiarse por separado y considerarse como un sistema.
- **Estructura:** es la forma como están relacionados los componentes de un sistema (serie, paralelo, combinado).

2.5.3.2 Criterios para determinar la criticidad de equipos

Los criterios que van a ser expuestos a continuación están sujetos a dos factores muy importantes, la frecuencia del fallo y la consecuencia de su aparición.

- **Seguridad:** Efecto del fallo sobre personas y entorno.
- **Calidad:** Efecto del fallo sobre la calidad del producto.
- **Operaciones:** Efecto del fallo sobre la producción.
- **Mantenimiento:** Tiempo y costo de reparación.

Estos criterios y su cuantificación están sujetos a ser ajustados para cada empresa. Para realizar el análisis de criticidad utilizaremos los siguientes criterios, los cuales nos van a servir para poder evaluar las siguientes fórmulas:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad \text{Fórmula 2.1.}$$

$$\text{Consecuencia} =$$

$$(\text{Impacto Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mtto.} + \text{Impacto SAH} \quad \text{Fórmula 2.2.}$$

- **Frecuencia.** Es la cantidad de fallas que ocurre en un tiempo determinado
- **Impacto Operacional.** Es aquel que me determina el comportamiento de la producción en presencia de una eminente falla.
- **Flexibilidad Operacional.** Se refiere a las posibilidades de poder recuperar la pérdida con componentes en stand-by.
- **Costos de Mantenimiento.** Se refieren a los costos que genera reparar esa determinada falla.
- **Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana.** Se refiere a si esa determinada falla que causa inseguridad tanto en el medio ambiente como en los operarios.

2.5.5.3 Definición de matriz de criticidad de equipos.

La matriz es una herramienta que permite establecer niveles jerárquicos de criticidad en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y priorización de los mantenimientos programados, sean preventivos o predictivos. Los pasos para elaborar la matriz de criticidad son los siguientes:

- Describir el proceso productivo, indicando el tipo de operación que realizan: manual, semi-automático y automáticos.

- Definir el tipo de estructura del sistema: en serie, en paralelo y combinado.
- Efectuar el cálculo de frecuencias y consecuencias de fallos en los equipos principales para cada parte del proceso.
- Determinar la matriz de criticidad con cada uno los procesos sujetos al análisis.

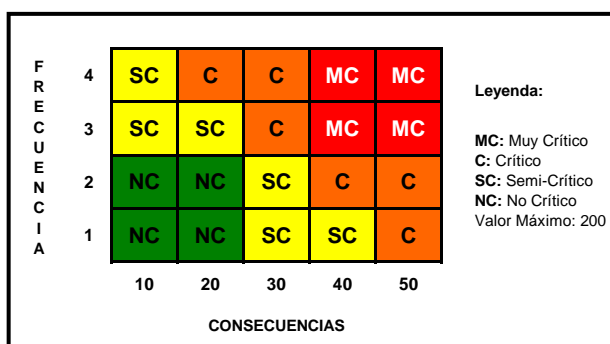


Figura 2.3. Modelo de Matriz de Criticidad

2.5.4 Análisis de Pareto

Es una metodología que permite ver el grado de influencia de unos pocos elementos en el total de los resultados obtenidos. Permite descartar la influencia de muchos elementos triviales en la consecuencia de una actividad o falla. Esto permite definir prioridades para que el curso de las acciones sea más efectivo. Se categorizan en 3 tipos o clases:

- **Clase A** usualmente contiene el 20% del factor (causa) que están causando el 75% al 80% de los problemas.
- **Clase B** contiene alrededor del 20% del factor que causa entre el 15% al 20% de los problemas.
- **Clase C** contiene el resto de los factores los cuales son muchos.

El análisis de Pareto puede ser usado en: factores que limitan la productividad, las fallas inducidas por los operadores, los repuestos que causan los mayores atrasos, repuestos más costosos, las fallas que causan las mayores paradas, etc.

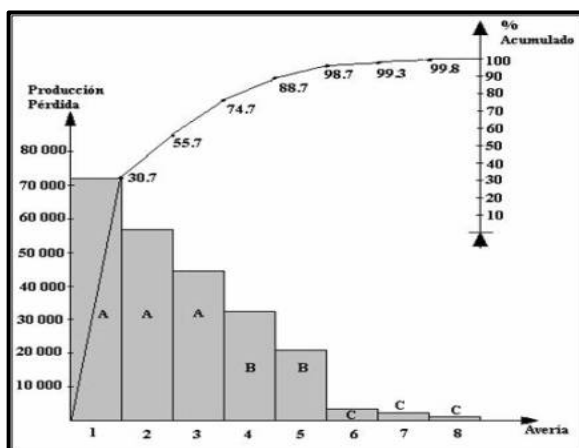


Figura 2.4. Diagrama de Pareto

2.6 Gestión del mantenimiento

La gestión de mantenimiento se basa en el proceso administrativo de planificar, coordinar, programar, ejecutar y controlar; con la finalidad de conservar o restituir los equipos de producción a las condiciones de funcionamiento requeridas. Para una correcta gestión, las acciones realizadas por mantenimiento, vayan acorde a los objetivos de la empresa, basándose en 4 aspectos: el equipo, los recursos humanos, los trabajos y los costos.

2.6.1 Gestión de los equipos

Al tener al equipo como parte funcional; basado en sus características básicas, nos proporciona la información fundamental para su interpretación y manejo de datos para una mejor intervención en su mantenimiento correspondiente.

2.6.2. Gestión de los recursos humanos

Este campo es uno de los aspectos más críticos de la Gestión del Mantenimiento. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio.

2.6.3. Gestión de los trabajos

Se encarga de establecer una estrategia de mantenimiento, en el que se define los objetivos técnico-económicos del servicio así como los métodos a implantar y los medios necesarios para alcanzarlos.

2.5.4. Gestión de los costos

Al mejorar el desempeño del mantenimiento, es posible reducir y utilizar óptimamente, el costo utilizado en los equipos.

Para consolidar una buena gestión, es a través del **Control de la gestión de mantenimiento**, donde las decisiones y acciones tomadas para la conservación del funcionamiento de equipos, se da por medio de indicadores o ratios de control. Estos ratios permiten realizar el análisis crítico y las propuestas de mejora pertinentes.

CAPITULO III

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA EMPRESA

La empresa sobre la cual está orientado el análisis, tiene participación en la industria papelera, desde el año 1980. Durante este periodo de tiempo ha presentado muchos cambios: en su organización, en sus procesos y productos; para seguir vigente.

El proceso productivo de la empresa, se desarrolla de manera secuencial: ***Recepción, Clasificación, Conversión, Almacén de Productos terminados y Despacho.*** En relación al estado actual de los equipos e instalaciones, se puede decir que gran parte de los que se encuentran funcionando en la empresa, tienen una antigüedad de 20- 30 años, siendo varios de segunda mano (usados).

El mantenimiento actual en la empresa, se encuentra en una etapa muy preliminar o casi inexistente de mantenimiento programado. En su gran mayoría, los trabajos que se ejecutan, son reparaciones menores enfocados en recuperar la operatividad de los equipos de manera temporal (apaga incendios), dado que no existe un cronograma de actividades y/ o un plan anual programado de los mantenimientos preventivos sobre todo para los equipos prioritarios; no obstante, son muy pocos los que son programados y sometidos a un monitoreo continuo.

3.1 Presentación general de la planta

La planta en mención está dedicada íntegramente a la *importación, conversión, comercialización y distribución de una amplia gama de productos papeleros* de diversa calidad, siendo los más principales: papel fotocopia, papel periódico, papel bulky, diversos tipos de sobres (manila, blancos, aéreos), files, contómetros y formas continuas (facturas, planillas, reportes). Según la disposición geográfica de la planta, esta se divide en 2: Planta A y Planta B.

El producto de mayor demanda (papel fotocopia) se ubica en la Planta B, mientras que los productos restantes lo realizan en la Planta A. También posee oficinas administrativas; separadas en: Producción, Logística, Mantenimiento, Recursos Humanos, Sistemas y la Superintendencia de Planta.

3.2 Estructura organizacional

En la planta de conversión de papel, el superintendente de planta, es la persona que se encarga de la operación completa de manufactura. Es el responsable de hacer que la producción se lleve a cabo sin contratiempos. Coordina las actividades de producción, administra los recursos materiales, financieros y humanos de la planta. Genera estrategias para lograr un mejor costo-beneficio y obtener mayores utilidades de operación. Tiene a su cargo; el control, la dirección y la misión de velar por el buen funcionamiento de las 5 áreas principales de la Planta: Producción, Mantenimiento, Logística, Costos y Control de la Calidad.

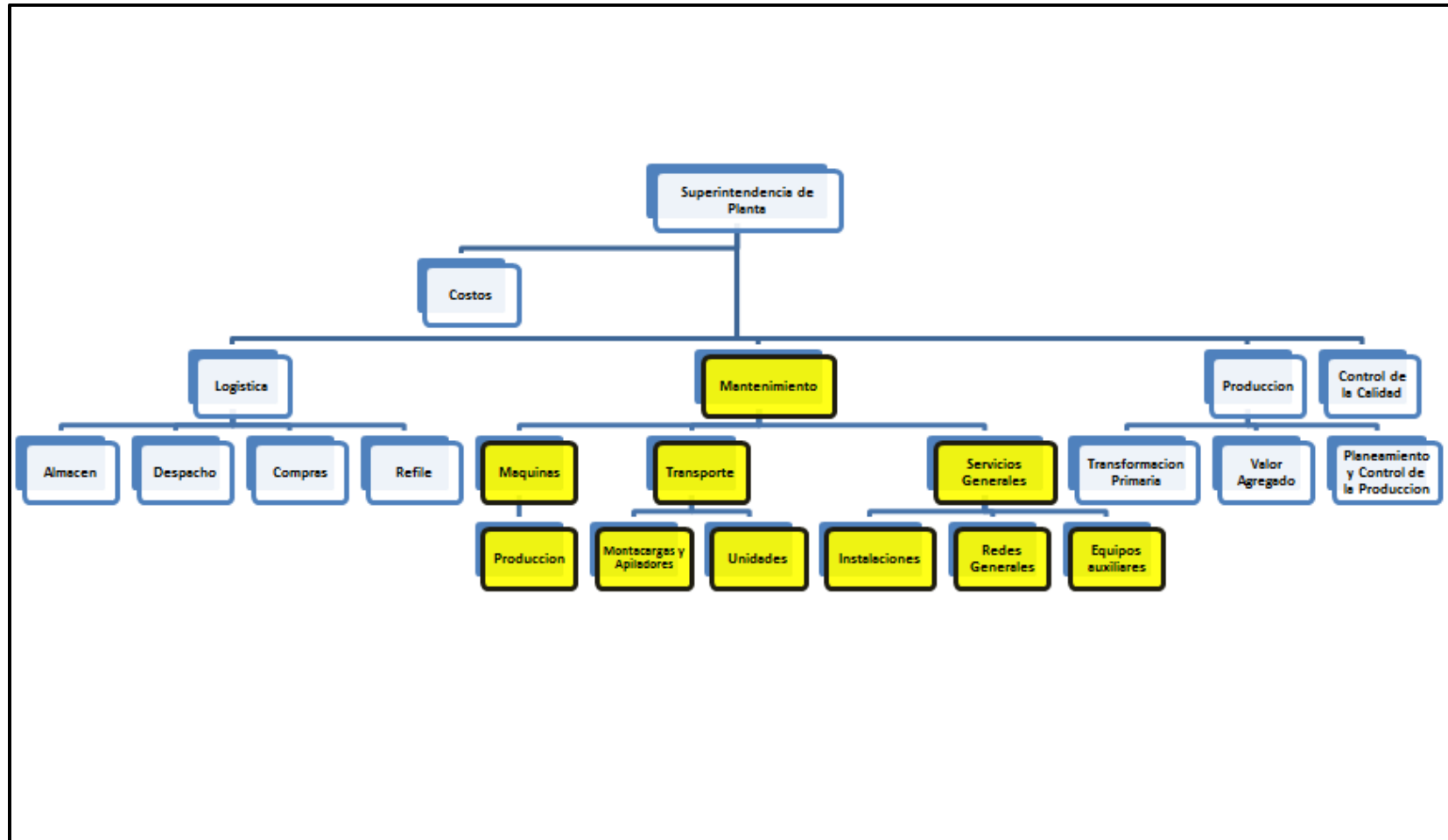


Figura 3.1. Organigrama General de la Planta

3.3 Infraestructura de la planta

La planta de conversión papelera tiene un área de 10000 M² ubicado en la zona industrial de Ate Vitarte. Las oficinas administrativas de la empresa se ubican en la zona corporativa de San Isidro. La Planta se divide en 3 áreas que comprenden lo siguiente:

- La **Planta A** está conformado por: Planta de Producción A, Superintendencia de Planta, Gerencia de Producción, Gerencia de Mantenimiento, Oficina de Producción y Planeamiento, Oficina de Operaciones y Logística; y Oficinas de Sistemas y de Costos.
- La **Planta B** está conformado por: Planta de Producción B; Almacén de Insumos y Repuestos; Almacén de bobinas, resmas y contó metros; Almacén de EPP'S, Área de RYS (Recuperación de material) y zona de contenedores (recepción de bobinas de papel).
- **Edificio Central** está conformado por: Recursos Humanos, Oficina de ATC (atención al cliente), Área de APT (Almacén de Productos Terminados), Taller de Mantenimiento, Área de Refile, Carpintería y Comedor.

Dentro de las instalaciones de la planta, se cuenta con 28 máquinas de producción repartidas en las plantas A y B, divididas según el proceso:

- **Conversión:** Producen distintos formatos de pliegos de papel
- **Valores Agregados:** Producen impresiones, formularios, contó metros, diversos tipos de sobres, files, bolsas de pan.
- **Fotocopias:** Producen hojas A-4.
- **Servicios Generales:** Sala de Bombas, Sala de Compresores y Subestación.

Además, en las cercanías de la planta, posee un terreno de 1000 M² que funciona como garaje y taller de mantenimiento de la flota de transporte y montacargas. La disposición (Layout) de la planta convertidora de papel se muestra adjunto en el anexo.

3.4 Proceso productivo

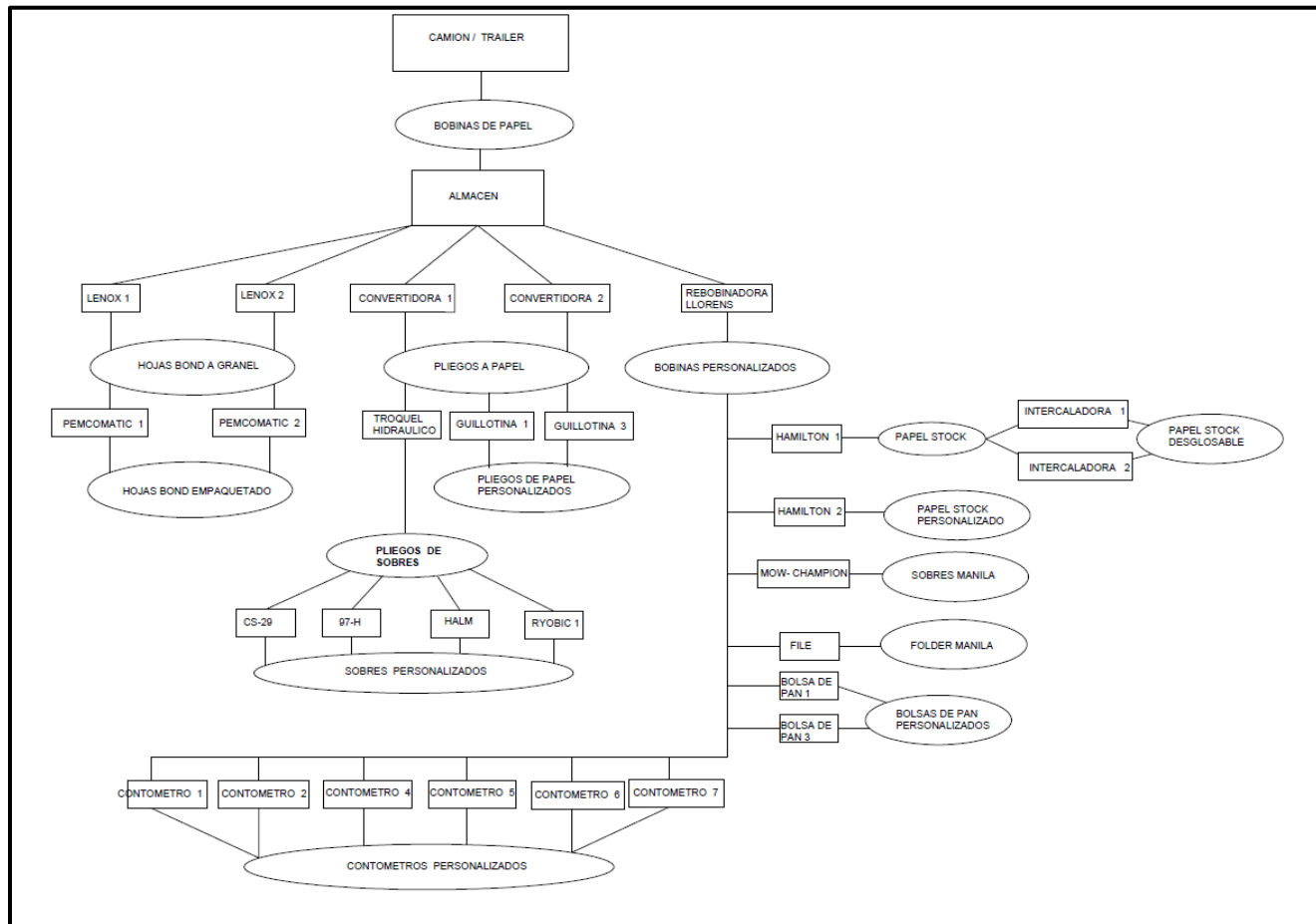


Figura 3.3. Proceso Productivo de la planta convertidora de papel

3.5 Relación y descripción técnica de los equipos

N°	AREA	EQUIPO / TIPO	MARCA	MODELO	N° SERIE	PAIS	PLANTA	DATOS NOMINALES	FUNCIONES OPERATIVAS
1	PRODUCCION	IMPRESORA HAMILTON 1	HAMILTON TOOL	1	331490	USA	A	24.39 KW / 220 V	PRODUCE PAPEL STOCK
2	PRODUCCION	IMPRESORA HAMILTON 2	HAMILTON TOOL	2	242042	USA	A	27.44 KW / 220 V	PRODUCE PAPEL STOCK
3	PRODUCCION	DOBLADORA CHAMPION MOW	MO PRINTER	MOW 3393	MP 3014	USA	A	9.75 KW / 220 V	PRODUCE FILES Y SOBRES
4	PRODUCCION	DOBLADORA G 29 CS	WINKLER DUNNEBIER	29 CS	S/N	ALEMANIA	A	13.11 KW / 220 V	PRODUCE SOBRES
5	PRODUCCION	DOBLADORA 97 H	WINKLER DUNNEBIER	97 H	S/N	ALEMANIA	A	13.41 KW / 220 V	PRODUCE SOBRES
6	PRODUCCION	CONVERTIDORA LENOX 1	LENOX TOOLS	1	MP 2732	USA	B	9.15 KW / 440 V	PRODUCE PAPEL OFICIO
7	PRODUCCION	CONVERTIDORA LENOX 2	LENOX TOOLS	2	MP 1934	USA	B	9.15 KW / 440 V	PRODUCE PAPEL OFICIO
8	PRODUCCION	EMPAQUETADORA PEMCOMATIC 1	HAYSEN	4000 CS1	19881	USA	B	4.27 KW / 440 V	PRODUCE PAPEL OFICIO
9	PRODUCCION	EMPAQUETADORA PEMCOMATIC 2	PEMCOMATIC	35	MP 934	USA	B	5.49 KW / 440 V	PRODUCE PAPEL OFICIO
10	PRODUCCION	CONVERTIDORA 1	SEDANO	CONVERTIDORA	S/N	ARGENTINA	A	5.18 KW / 440 V	PRODUCE PLIEGOS
11	PRODUCCION	CONVERTIDORA 2	SEDANO	CONVERTIDORA	S/N	ARGENTINA	A	3.05 KW / 440 V	PRODUCE PLIEGOS
12	PRODUCCION	CONVERTIDORA GUILLOTINA 1	WOHLENBERG	115	3298029	ALEMANIA	A	5.79 KW / 220 V	PRODUCE PLIEGOS
13	PRODUCCION	CONVERTIDORA GUILLOTINA 2	HEIDELBERG	115E	7031208	ALEMANIA	A	7.04 KW / 220 V	PRODUCE PLIEGOS
14	PRODUCCION	DOBLADORA FILE	CHAMPION	FILE	S/N	USA	A	3.05 KW / 220 V	PRODUCE FILES Y SOBRES
15	PRODUCCION	REBOBINADORA LLORENS	LLORENS TOOLS	LLORENS	S/N	ESPAÑA	A	1.22 KW / 220 V	PRODUCE BOBINAS
16	PRODUCCION	IMPRESORA HALM	HALM JET PRESS	JPT-TWOD-6D	SJ 5580	USA	A	3.20 KW / 220 V	PRODUCE SOBRES
17	PRODUCCION	DOBLADORA BOLSA DE PAN 1	WINDMÖLLER & HÖLSCHER	MATADOR S1	S/N	COLOMBIA	A	1.52 KW / 220 V	PRODUCE BOLSAS
18	PRODUCCION	DOBLADORA BOLSA DE PAN 3	WINDMÖLLER & HÖLSCHER	MATADOR S1	S/N	COLOMBIA	A	1.52 KW / 220 V	PRODUCE BOLSAS
19	PRODUCCION	IMPRESORA RYOBIC 1	SMALL OFFSET PRESS RYOBI	3302M	7978	JAPON	A	2.44 KW / 220 V	PRODUCE SOBRES
20	PRODUCCION	REBOBINADORA DE CONTOMETROS 1	ROLL 700	56-9-67	S/N	USA	A	2.74 KW / 220 V	PRODUCE CONTOMETROS
21	PRODUCCION	REBOBINADORA DE CONTOMETROS 2	ROLL 700	700-23-31	S/N	USA	A	2.13 KW / 220 V	PRODUCE CONTOMETROS
22	PRODUCCION	REBOBINADORA DE CONTOMETROS 4	ROLL 700	700-23-31	S/N	USA	A	2.13 KW / 220 V	PRODUCE CONTOMETROS
23	PRODUCCION	REBOBINADORA DE CONTOMETROS 5	GORBELL SITTE	P4	265	ALEMANIA	A	5.94 KW / 220 V	PRODUCE CONTOMETROS
24	PRODUCCION	REBOBINADORA DE CONTOMETROS 6	ROLL 700	700-23-31	50250311	USA	A	2.13 KW / 220 V	PRODUCE CONTOMETROS
25	PRODUCCION	REBOBINADORA DE CONTOMETROS 7	ROLL 700	700-23-31	51250711	USA	A	2.13 KW / 220 V	PRODUCE CONTOMETROS
26	PRODUCCION	INTERCALADORA 1	S/M	S/M	S/N	PERU	A	0.30 KW / 220 V	PRODUCE PAPEL STOCK
27	PRODUCCION	INTERCALADORA 2	S/M	S/M	S/N	PERU	A	0.30 KW / 220 V	PRODUCE PAPEL STOCK
28	PRODUCCION	TROQUEL HIDRAULICO	FL SMITH MACHINE CO	CHAMPION	2976	USA	A	5.79 KW / 220 V	PRODUCE PLIEGOS

Tabla 3.1. Equipos de Producción

N°	AREA	EQUIPO	MARCA	MODELO	N° SERIE	PAIS	PLANTA	DATOS NOMINALES	FUNCIONES OPERATIVAS
1	SERVICIOS GENERALES	SALA DE BOMBAS	ELBI SPA	AF-CE	CE 0062	USA	A	500L	ABASTECER AGUA (TANQUE HIDRONEUMATICO)
			PEDROLLO	B1.1/2X2	35149	PERU	A	3.4 HP	ABASTECER AGUA (BOMBA 1)
			HIDROSTAL	B1.1/2X2	35179	PERU	A	3.4 HP	ABASTECER AGUA (BOMBA 2)
2	SERVICIOS GENERALES	SALA CONTRAINCENDIO	PEDROLLO	CP 7505	12105	PERU	A	20 HP	PREVENIR INCENDIOS (BOMBA)
			SALMSON	H 206 SE	4016356	USA	A	20 HP	PREVENIR INCENDIOS (JOCKEY)
3	SERVICIOS GENERALES	SALA DE COMPRESORES	SULLAIR	TORNILLO	9090032	USA	A	30HP / 120 PSI / 130 CFM	ABASTECER AIRE COMPRIMIDO
			QUINCY	PISTON	15-089	USA	A	15 HP / 80 PSI / 90 CFM	ABASTECER AIRE COMPRIMIDO (BACKUP)
4	SERVICIOS GENERALES	GRUPO ELECTROGENO	PERKINS / CROSLAND	44-OLSA	45287707	USA	A	65 KW / 83 KW / 250 A	ABASTECER ENERGIA ELECTRICA
5	SERVICIOS GENERALES	TRANSFORMADOR	SELETRON	TD076	98-021	USA	A	135 KVA / 60 HZ	ABASTECER ENERGIA ELECTRICA
6	SERVICIOS GENERALES	ASCENSOR REFILE	JK1-10T	S/M	S/N	PERU	A	15 HP	TRANSPORTE DE MATERIAL
7	SERVICIOS GENERALES	ASCENSOR ALMACEN	JM2-20T	S/M	S/N	PERU	B	15 HP	TRANSPORTE DE MATERIAL

Tabla 3.2. Equipos Auxiliares

3.6 Departamento de mantenimiento

3.6.1 Organización

El personal que conforma el Departamento de mantenimiento, son 10 personas: 1 jefe de mantenimiento, 1 planificador de mantenimiento, 1 supervisor de transporte, 2 técnicos eléctricos, 3 técnicos mecánicos y 2 técnicos de apoyo.

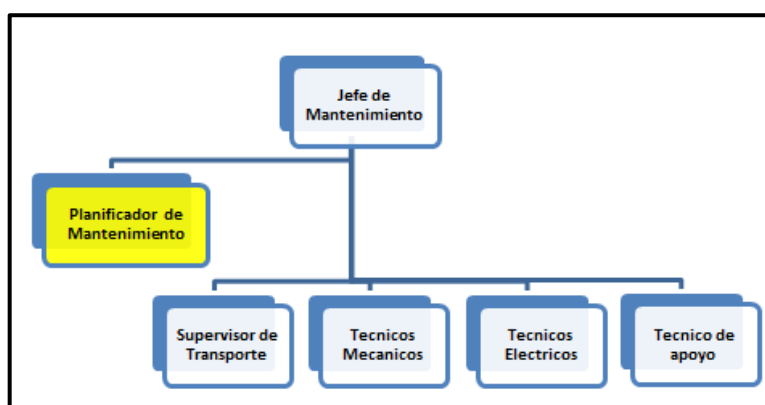


Figura 3.5. Organigrama actual del mantenimiento

- El **Jefe de mantenimiento**, es el encargado de planificar, programar, aprobar y poner en marcha a todas las máquinas de producción de las 2 plantas; siempre asegurando que funcionen bien, de acuerdo a las urgencias y necesidades de esta. Su labor abarca tanto de la función del mantenimiento en si, como también participar en las operaciones de producción, seguridad industrial, la infraestructura de la planta y la flota pesada.
- El **planificador de mantenimiento** es el encargado de la programación, planificación, inspección y supervisión de los trabajos de mantenimiento. Su labor abarca tanto de la función del mantenimiento en si, como también

participar en las operaciones de producción, seguridad industrial, la infraestructura de la planta y las unidades de transporte y montacargas.

- **El supervisor de transporte** es el encargado de hacer seguimiento y conformidad de las intervenciones correctivas o preventivas de las unidades de transporte. También está a cargo del buen funcionamiento de los montacargas, cuyo papel es preponderante en el abastecimiento de materia prima a producción y en el servicio de almacén y despacho.
- **Los técnicos mecánicos** ejecutan y controlan tareas relacionadas con la fabricación, construcción, montaje, funcionamiento y mantenimiento de máquinas, equipos e instalaciones. También deben proyectar y preparar planos de máquinas, equipos, componentes e instalaciones mecánicos, de conformidad con las especificaciones establecidas.
- **Los técnicos eléctricos** mantienen en condiciones operativas, los equipos de la sala de máquinas, instalaciones y de otras dependencias que lo requieran, ejecutando actividades de reparación y mantenimiento, a fin de garantizar el buen funcionamiento de los mismos. También realiza acometidas eléctricas, supervisa el consumo eléctrico de la planta, vela por el funcionamiento de los sistemas de seguridad y contra incendio.
- **Los técnicos de apoyo** son más de control y de atención a imprevistos o mantenimientos correctivos menores.

3.6.2. Infraestructura del departamento

El departamento de mantenimiento presenta 2 áreas de trabajo:

- **Oficina de Mantenimiento:** Es el área de trabajo del jefe de mantenimiento y el planificador de mantenimiento. Tiene a su disposición: escritorios de trabajo;

computadoras; almacén de repuestos y materiales; y un archivero (manuales, dossiers, registros de costos, trámites, etc.).

- **Taller de Mantenimiento:** Es el área de trabajo del personal técnico de mantenimiento y de producción (vinculados a los trabajos del área). Está dividido en 4 áreas: taller de mantenimiento mecánico; taller de mantenimiento eléctrico; sala de trabajos (maquinas herramientas, mesa de trabajo); y almacén de repuestos (rodillos de impresión, cuchillas de corte) y herramientas (equipo de soldadura, compresor).

3.6.3. Régimen de operación y funcionamiento

En planta existen 3 turnos de 8 horas cada uno .El jefe y los supervisores permanecen el turno de día y parte de la tarde, los técnicos mecánicos y eléctricos están en 2 turnos (1 eléctrico y 2 mecánico en el día y 1 eléctrico y 1 mecánico en la tarde) .En el caso de los supervisores técnicos, están 1 en el turno tarde y el otro en el turno noche. El supervisor de transporte está solo en el día, los trabajos pendientes pasan al planificador de mantenimiento.

Cuando los trabajos requieren ser más especializados o mantengan ocupado al personal de las verdaderas urgencias de la planta, se recurre a la subcontratación. Dentro de la empresa se encuentran trabajando actualmente 2 tipos de contratistas: los contratistas internos, que permanecen en el día a día en la empresa; y los contratistas externos que sólo van a la empresa cuando existen trabajos específicos.

- **Contratistas Internos:** Existen 4 contratistas permanentes en la empresa, atendiendo principalmente los trabajos de afilado de cuchillas, mantenimiento al

compresor de tornillo (abastece de energía neumática a la sala de máquinas), abastecimiento de extintores e inspección de plagas (roedores e insectos) alrededor de la planta.

- **Contratistas Externos:** Los hay de 2 tipos: los talleres o personas naturales y las empresas especializadas.
 - **Los talleres o personas naturales.** Estos contratistas desempeñan principalmente actividades de fabricación, reparación y mecanizado especiales (piezas mecánicas y mecanismos), reencauchado (rodillos de impresión o de transporte), aire acondicionado, etc.
 - **Las empresas especializadas** del medio, cuando son para evaluar condiciones de habilitación de infraestructuras (INDECI), estudio de factibilidad (SEDAPAL) , ampliación de capacidad de potencia suministrada (LUZ DEL SUR), entre otras.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO

Hoy en día, la globalización y los Tratados Internacionales hacen que la industria mundial se tenga que adaptar a los cambios y enfrentar cada vez más retos. Es entonces cuando la dirección de una empresa o el responsable del departamento, plantea constantemente si la gestión que actualmente desempeña; en nuestro caso el área de mantenimiento; es el adecuado.

La mejor solución suele ser realizar una **Auditoría**, comparando el departamento con un modelo ideal, y determinar así las desviaciones respecto al modelo propuesto. Sin embargo, esto es insuficiente e impreciso, pues también es necesario medir (cuantitativamente y cualitativamente) los puntos débiles en el sistema del mantenimiento. Es por ello, que se aplicarán tres herramientas de diagnóstico que nos servirán de base para plantear los lineamientos, acciones y estrategias del mantenimiento en función de la organización, estas herramientas son: **el Diagrama de Ishikawa** (relación causa – efecto), **el Análisis de Criticidad** (tipo de mantenimiento por equipo) y **el Diagrama de Pareto** (grado de influencia de unos pocos elementos).

4.1 Auditoría del mantenimiento

El propósito de la Auditoría del Mantenimiento es determinar donde la organización creada para el mantenimiento del activo de la organización está bien implementada y detectar áreas que puedan ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos.

La **auditoría** fue realizada a un grupo de 15 personas, las cuales fueron: el superintendente de planta, los gerentes de operaciones, producción y mantenimiento, los supervisores de producción y el personal técnico de producción y mantenimiento.

IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE LA EMPRESA				
NOMBRE DE LA EMPRESA	CORPORACION PAPELERA			
FECHA DE AUDITORIA	10/02/2014			
NOMBRE DE AUDITOR				
NOMBRE ENCARGADO DE MANTENIMIENTO				
CLASE DE EQUIPAMIENTO Y NUMERO DE EQUIPOS INVOLUCRADOS EN CADA CLASE	ESTANDAR	DISEÑO ESPECIAL	ESPECIFICO	TOTAL
	23	4	8	35
POSEE DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	SI	NO		
	X			
NUMERO DE TURNOS DE LA JORNADA	3			
NUMERO DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN CADA TURNO	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	TOTAL
	2	5	0	7
DEPENDENCIA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	JERARQUIA PROPIA	DEPENDENCIA PRODUCCION	SIN ORGANIZACIÓN	
	X			
REALIZACION DEL MANTENIMIENTO	CONTRATISTA	OPERARIOS EQUIPO	ESPECIALISTAS	NO HAY MANTENIMIENTO
	X	X	X	
COMO CLASIFICA EL MANTENIMIENTO	CORRECTIVO	PREVENTIVO	OTRO TIPO	NO HAY CLASIFICACION
	X	X		
POSEE BODEGA DE REPUESTOS	SI	NO		
	X			
DEPENDENCIA DE LA BODEGA	MANTENIMIENTO	PRODUCCION	OPERACIONES	OTRA
	X		X	
SATISFACCION DEL ABASTECIMIENTO	BUENO	REGULAR	MALO	
		X		
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS				
	1.- Las operaciones de mantenimiento se realizan principalmente por gente del grupo de mantenimiento formado por egresados de escuelas técnicas y universitarias .			

Tabla 4.1. Fichas de auditoria (identificación de la empresa)

CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION					
ITEM	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			CATEGORIAS
1	¿ TIENE LAS AREAS DE PRODUCCION SEPARADAS POR ALGUN CRITERIO?	NINGUNA (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	SECTORIZACION DE LA PLANTA
2	¿ TIENE IDENTIFICADOS POR ALGUN CODIGO LOS EQUIPOS?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	SECTORIZACION DE LA PLANTA
3	¿ TIENE UN LAYOUT DE PLANTA QUE DESCRIBA E IDENTIFIQUE TODOS LOS EQUIPOS?	NO (1)	PARCIAL (3)	SI (5)	SECTORIZACION DE LA PLANTA
4	¿ TIENE LINEAS EN PARALELO EN SU SISTEMA DE PRODUCCION?	NO		SI	SECTORIZACION DE LA PLANTA
5	¿ TIENE CLASIFICADO SUS EQUIPOS SEGÚN SU CRITICIDAD ANTE UNA FALLA?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS
6	¿ PUEDE CUANTIFICAR LA INCIDENCIA DE LA FALLA DE UN EQUIPO SOBRE OTRO(S)?	NO (1)	ALGUNOS (3)	SI (5)	CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS
7	¿ TIENE IDENTIFICADAS LAS LINEAS SEGÚN SU CRITICIDAD PARA EL PROCESO?	NO	UNICA	SI	CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS
8	¿ALGUN EQUIPO PRODUCE CUELLO DE BOTELLA ?	NO		SI	CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS
9	¿ TIENE IDENTIFICADO PARA CADA EQUIPO LOS RIESGOS PARA EL OPERARIO?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS
10	¿ SABE CUANTO TIEMPO TOMA CADA PROCESO DE LA LINEA DE PRODUCCION?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS
11	¿ TIENE ESTIPULADO TIEMPOS ESTANDARES PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS
12	¿ TIENE CALCULADO EL VOLUMEN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO QUE PUEDE HACER ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
1.-No hay una clasificacion del nivel de criticidad de equipo y su incidencia de falla sobre otros					

MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS					
ITEM	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			CATEGORIAS
1	¿ POSEE LOS CATALOGOS E INFORMACION TECNICA DE TODOS LOS EQUIPOS ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION DE LOS EQUIPOS
2	¿ POSEE FICHAS DE INVENTARIO PARA CADA EQUIPO?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION DE LOS EQUIPOS
3	¿ POSEE CADA EQUIPO UN PROGRAMA DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION DE LOS EQUIPOS
4	¿ TIENE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDOS ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION DEL MANTENIMIENTO
5	¿ POSEE REGISTRO DE LOS MANTENIMIENTOS PARA CADA EQUIPO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION DEL MANTENIMIENTO
6	¿ TIENE REGISTROS DE TIEMPO DE CADA MANTENIMIENTO REALIZADO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION DEL MANTENIMIENTO
7	¿ TIENE UN REGISTRO DE LA DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS EN BODEGA ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE MANEJO DE RECURSOS
8	¿ TIENE CLASIFICADO SU STOCK DE REPUESTOS POR ALGUN CRITERIO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE MANEJO DE RECURSOS
9	¿ TIENE UN REGISTRO DE LOS IMPLEMENTOS USADOS PARA EL MANTENIMIENTO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE MANEJO DE RECURSOS
10	¿ TIENE CLASIFICADOS A LOS PROVEEDORES DE PARTES Y PIEZAS ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE MANEJO DE RECURSOS
11	¿ SABE CUAL ES LA TASAS DE FALLAS DE CADA EQUIPO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE INDICADORES
12	¿ PUEDE DETERMINAR LA CONFIABILIDAD DE CADA EQUIPO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE INDICADORES
13	¿ TIENE INFORMACION PRECISA PARA LLEVAR INDICES DE CONTROL DE EFICIENCIA ?	NINGUNA (1)	PARCIALMENTE (3)	COMPLETA (5)	INFORMACION SOBRE INDICADORES
14	¿ TIENE REGISTROS DE LOS OPERARIOS QUE TRABAJAN EN LOS EQUIPOS ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INFORMACION SOBRE MANEJO DEL PERSONAL
15	¿ TIENE UN PROGRAMA DE CAPACITACION COMPLETO IMPLEMENTADO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	COMPLETO (5)	INFORMACION SOBRE MANEJO DEL PERSONAL
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
1.- La codificacion y descripcion de los repuestos ,herramientas y consumibles concernientes al mantenimiento no son muy claras y se requiere ir hasta la bodega para verificar la existencia o no de dicho requerimiento .					
2.- Existen repuestos de maquinas que ya no existen y que ocupan espacio innecesario en el almacen .					

Tabla 4.2 Fichas de auditoria (estudio de criticidad e información de equipos)

ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL					
ITEM	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			CATEGORIAS
1	¿ SE REVISAN TODOS LOS EQUIPOS CADA VEZ QUE COMIENZA UN TURNO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INTEGRACION DE LA GENTE DE OPERACIONES
2	¿ LOS OPERADORES DE LOS EQUIPOS REALIZAN TAREAS SIMPLES DE MANTENIMIENTO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	INTEGRACION DE LA GENTE DE OPERACIONES
3	¿ SE TIENE UNA RUTINA PREESTABLECIDA DE INTERVENCIONES DIARIA ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	PROGRAMACION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO
4	¿ SE MANTIENE UNA BITACORA DE MANTENIMIENTO DIARIO ?	NINGUNA (1)	PARCIAL (3)	COMPLETA (5)	PROGRAMACION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO
5	¿ LA INFORMACION CAPTURADA EN TERRENO ES LEGIBLE , UTIL Y OPORTUNA ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODA (5)	PROGRAMACION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO
6	¿ SE SABE CUANTO TIEMPO SE REQUIERE PARA HACER EL DIAGNOSTICO DE UNA FALLA ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANTECEDENTES PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO
7	¿ SABE CUANTO ES EL TIEMPO DE ABASTECIMIENTO PARA CADA GRUPO DE REPUESTOS ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANTECEDENTES PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO
8	¿ TIENE CONTROL SOBRE LAS HORAS EXTRAS NECESARIAS PARA TERMINAR TRABAJOS ?	NINGUNO (1)	PARCIAL (3)	COMPLETO (5)	ANTECEDENTES PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO
9	¿ TIENE ALGUN CRITERIO PARA DAR PRIORIDAD EN LA EJECUCION DE TRABAJOS ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANTECEDENTES PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO
10	¿ SABE EXACTAMENTE EL NUMERO DE TRABAJOS PENDIENTES POR PERIODO ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION
11	¿ TIENE UN REGISTRO DE TRABAJOS DE EMERGENCIA Y PROGRAMADOS ?	NINGUNO (1)	PARCIAL (3)	COMPLETO (5)	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION
12	¿ TIENE CUANTIFICADO EL TIEMPO DE PRODUCCION PERDIDO POR FALLAS ?	NINGUNO (1)	PARCIAL (3)	COMPLETO (5)	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION
13	¿ TIENE CUANTIFICADO EL TIEMPO QUE SE DEMORA EN HACER EFECTIVA EL MANTENIMIENTO ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION
14	¿ MANTIENE UN CONTROL SOBRE EL TIEMPO EMPLEADO EN REPARACIONES ?	NINGUNO (1)	PARCIAL (3)	COMPLETO (5)	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION
15	¿ COMPARA EL TIEMPO REAL CON EL TIEMPO ESTIPULADO EN LAS ORDENES DE TRABAJO ?	NO (1)	A VECES (3)	SI (5)	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
1.- La falta de informacion ,legible, util y oportuna no se puede hacer un diagnostico de una falla ,evaluar la posibilidad de planificar y programar un mantenimiento					
2.- No hay registros de backlogs (trabajos pendientes)					
3.- NO se puede cuantificar los tiempos de perdidas de produccion , tiempo de mantenimiento y reparaciones .					

ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO					
ITEM	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			CATEGORIAS
1	¿ SABE EN QUE AÑO ADQUIRIO CADA UNO DE SUS EQUIPOS ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPOS
2	¿ SABE EL VALOR DE ADQUISICION DE CADA UNO DE SUS EQUIPOS ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPOS
3	¿ TIENE DEFINIDA LA TASA DE DEPRECIACION DE CADA EQUIPO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPOS
4	¿ EVALUA ANUALMENTE EL REEMPLAZO DE LOS EQUIPOS A SU CARGO ?	NINGUNO (1)	PARCIALMENTE (3)	TODOS (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPOS
5	¿ SABE CON EXACTITUD CUAL ES EL COSTO DE LOS REPUESTOS EN CADA EQUIPO ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO A LA FALLA O GRUPAL DE PARTES
6	¿ SABE CON EXACTITUD CUAL ES EL COSTO DE LA MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO A LA FALLA O GRUPAL DE PARTES
7	¿ SABE CON EXACTITUD CUAL ES EL COSTO DE PERDIDA DE PRODUCCION POR FALLA ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO A LA FALLA O GRUPAL DE PARTES
8	¿ SABE LA RAZON DE COSTOS ENTRE MANTENIMIENTO Y EL COSTO TOTAL DEL PRODUCTO ?	NO (1)	APROXIMADO (3)	SI (5)	ANALISIS DE REEMPLAZO A LA FALLA O GRUPAL DE PARTES
9	¿ PUEDE MEDIR LA DESVIACION ENTRE EL COSTO REAL Y EL COSTO PRESUPUESTADO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ANALISIS EVOLUCION DE LOS COSTOS
10	¿ LLEVA UN CONTROL DE GASTOS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ANALISIS EVOLUCION DE LOS COSTOS
11	¿ LLEVA UN CONTROL ESTADISTICO DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ANALISIS EVOLUCION DE LOS COSTOS
12	¿ PUEDE DEFINIR EL TAMANO DEL INVENTARIO PARA UNA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ANALISIS EVOLUCION DE LOS COSTOS
13	¿ TIENE UNA RELACION DE CANTIDAD ENTRE PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION ?	NO (1)	APROXIMADA (3)	SI (5)	ANALISIS PARA EL MANTENIMIENTO PROPIO O TERCERIZACION
14	¿ SABE DONDE ES MAS RENTABLE SUBCONTRATAR QUE TRABAJAR CON RECURSOS PROPIOS ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ANALISIS PARA EL MANTENIMIENTO PROPIO O TERCERIZACION
15	¿ PUEDE DEFINIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN BASE A LOS COSTOS ALTERNATIVOS ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ANALISIS PARA EL MANTENIMIENTO PROPIO O TERCERIZACION
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
1.- No existe informacion precisa para poder evaluar economicamente un posible reemplazo de equipos , analizar los costos de perdidas de produccion ,etc .					

Tabla 4.3. Fichas de auditoria (estado del departamento y estado de costos)

EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL					
ITEM	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			CATEGORIAS
1	¿ SABE CUAL ES LA RELACION DE PAROS PROGRAMADOS Y PAROS IMPREVISTOS ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	CAPACIDAD DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES
2	¿ SE CUMPLE EL PROGRAMA DE TRABAJOS PROGRAMADOS DE MANTENIMIENTO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	CAPACIDAD DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES
3	¿ SABE CUAL ES LA RELACION DE TRABAJOS PENDIENTES Y TRABAJOS PROGRAMADOS ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	CAPACIDAD DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES
4	¿ SABE CUAL ES LA RELACION DE TIEMPO EXTRA Y TIEMPO PARA TRABAJOS PROGRAMADOS ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	CAPACIDAD DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES
5	¿ SE LLEVA UN CONTROL DEL ESTADO DE AVANCE DE LAS ORDENES DE TRABAJO (OT)?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ADMINISTRACION DE TRABAJOS
6	¿ CONOCE EL LAPSO DE TIEMPO MEDIO ENTRE EL AVISO DE LA FALLA Y LA EMISION DE LA OT ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ADMINISTRACION DE TRABAJOS
7	¿ CONOCE EL TIEMPO MEDIO DE APROBACION DE UNA ORDEN DE TRABAJO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	ADMINISTRACION DE TRABAJOS
8	¿ TIENE DEFINIDOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO
9	¿ TIENE DEFINIDOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO
10	¿ COMO ES LA RELACION ENTRE LA GENTE DE OPERACION Y LA GENTE DE MANTENIMIENTO ?	MALA (1)	REGULAR (3)	BUENA (5)	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS
11	¿ COMO ES LA ACTITUD DE LA ADMINISTRACION SUPERIOR HACIA MANTENIMIENTO ?	MALA (1)	REGULAR (3)	BUENA (5)	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS
12	¿ COMO ES LA COLABORACION DE LOS DEPARTAMENTOS RELACIONADOS CON MANTENIMIENTO ?	MALA (1)	REGULAR (3)	BUENA (5)	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS
13	¿ CONSIDERA QUE EL NIVEL DE CAPACITACION ES ACORDE A LA TECNOLOGIA DEL EQUIPAMIENTO ?	NO (1)	PARCIALMENTE (3)	SI (5)	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS
14	¿ COMO CONSIDERA EL NIVEL DE ROTACION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO ?	BAJO (1)	NORMAL (3)	ALTO (5)	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS
15	¿ SON SUFICIENTES LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO ?	NO (1)		SI (5)	MANEJO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS
16	¿ TIENE DEFINIDO EL PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA CANTIDAD DE REPUESTOS EN ALMACEN ?	NO (1)		SI (5)	MANEJO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
1.- No existe recoleccion ni retroalimentacion precisa de informacion de las actividades por trabajos programados , pendientes , imprevistos ,etc .					
2.- No hay emision ni control de las OT'S					
3.- No hay procedimientos de mantenimiento.					

Tabla 4.4. Fichas de auditoria (efectividad del departamento)

A continuación, mostramos los resultados obtenidos de la auditoría realizada, en este cuadro resumen general y por categorías.

RESUMEN DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO			
ASPECTOS CONSIDERADOS	VALOR	CALIFICACION	VALOR OBJETIVO
CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCION	2.10	ASPECTO REGULAR	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	1.93	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	1.93	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO	1.67	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	1.88	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00

Tabla 4.5. Resumen general de auditoria de mantenimiento

CATEGORIAS DEL MANTENIMIENTO				
	ASPECTOS CONSIDERADOS	VALOR	CALIFICACION	VALOR OBJETIVO
CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCION	SECTORIZACION DE LA PLANTA	3.00	ASPECTO REGULAR	4.00
CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCION	CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	1.67	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCION	DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS	2.33	ASPECTO REGULAR	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	INFORMACION DE LOS EQUIPOS	1.67	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	INFORMACION DEL MANTENIMIENTO	2.33	ASPECTO REGULAR	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	INFORMACION SOBRE MANEJO DE RECURSOS	2.50	ASPECTO REGULAR	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	INFORMACION SOBRE INDICADORES	1.67	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	INFORMACION SOBRE MANEJO DEL PERSONAL	2.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	INTEGRACION DE LA GENTE DE OPERACIONES	3.00	ASPECTO REGULAR	4.00
ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	PROGRAMACION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	3.00	ASPECTO REGULAR	4.00
ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	ANTECEDENTES PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO	2.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION	1.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO	ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPOS	2.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO	ANALISIS DE REEMPLAZO A LA FALLA O GRUPAL DE PARTES	2.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO	ANALISIS EVOLUCION DE LOS COSTOS	1.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
MANEJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO	ANALISIS PARA EL MANTENIMIENTO PROPIO O TERCERIZACION	1.67	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	CAPACIDAD DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES	1.50	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	ADMINISTRACION DE TRABAJOS	1.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO	1.00	ASPECTO CON DEFICIENCIAS	4.00
EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS	2.60	ASPECTO REGULAR	4.00
EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	MANEJO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS	3.00	ASPECTO REGULAR	4.00

Tabla 4.6. Resumen por categorías de auditoria de mantenimiento

Los resultados del cuestionario muestran un sistema de mantenimiento con muchas deficiencias, cuyo origen se basa en la falta de información y recolección de datos concernientes a los equipos, acompañados también de un inadecuado o inexistente seguimiento de los eventos y acciones a la maquina; todo esto impide tener una medición adecuada y necesaria; que nos indique el grado de actividad y buenas practicas del mantenimiento en la empresa.

Una forma más práctica en la interpretación de resultados, según su puntaje establecido versus el valor objetivo, se ve representado mediante un gráfico estadístico circular o también llamado *el radar de mantenimiento*, como se muestra a continuación:

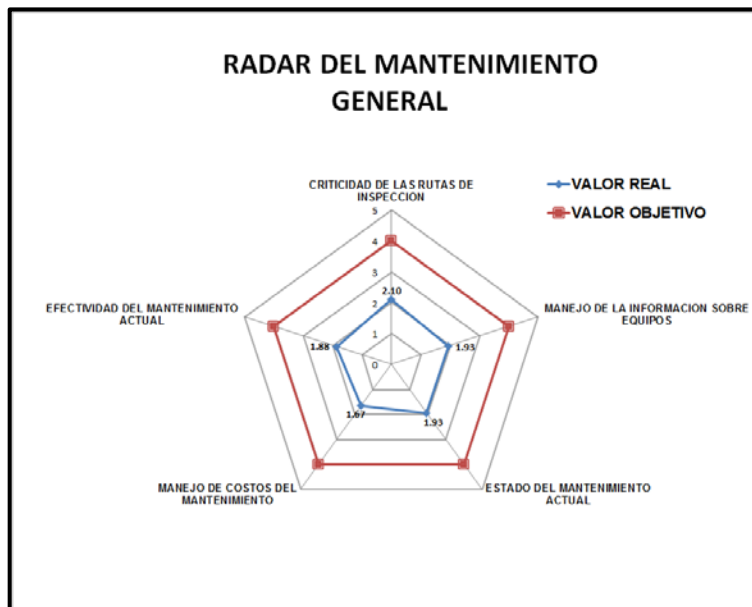


Figura 4.1. Radar General del mantenimiento actual

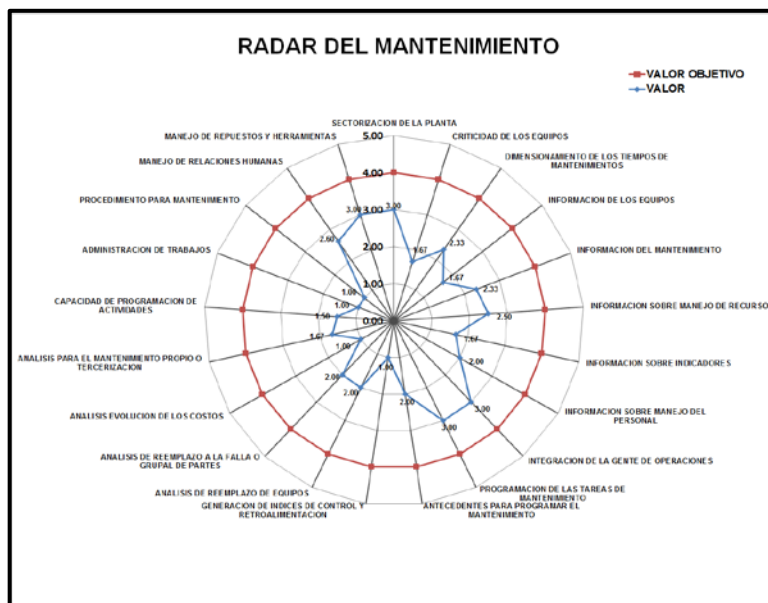


Figura 4.2. Radar por Categorías del mantenimiento actual

4.2 Diagrama de Ishikawa

Después de obtener información indispensable proveniente de los cuestionarios de mantenimiento auditado; podemos visualizar todas las causas asociadas y sus posibles relaciones. Ayuda a clasificar las causas dispersas y a organizar las relaciones mutuas. Con todo ello podemos elaborar el diagrama de Ishikawa o **causa – efecto**.

Los pasos a seguir para su construcción son:

- **Precisar bien el efecto:** Es el problema que se va a analizar, en nuestro caso anomalías en el Sistema de Mantenimiento.
- **Subdividir las causas en familias.** Para agrupar las distintas causas se tomó en cuenta los temas abordados en la auditoria.
- **Generar, para cada familia, una lista de todas las posibles causas.** Responder sucesivamente ¿Por qué ocurre? hasta considerar agotadas todas las posibilidades.

Desarrollado paso a paso en su totalidad, se procede a graficarlo como se muestra en la siguiente ilustración.

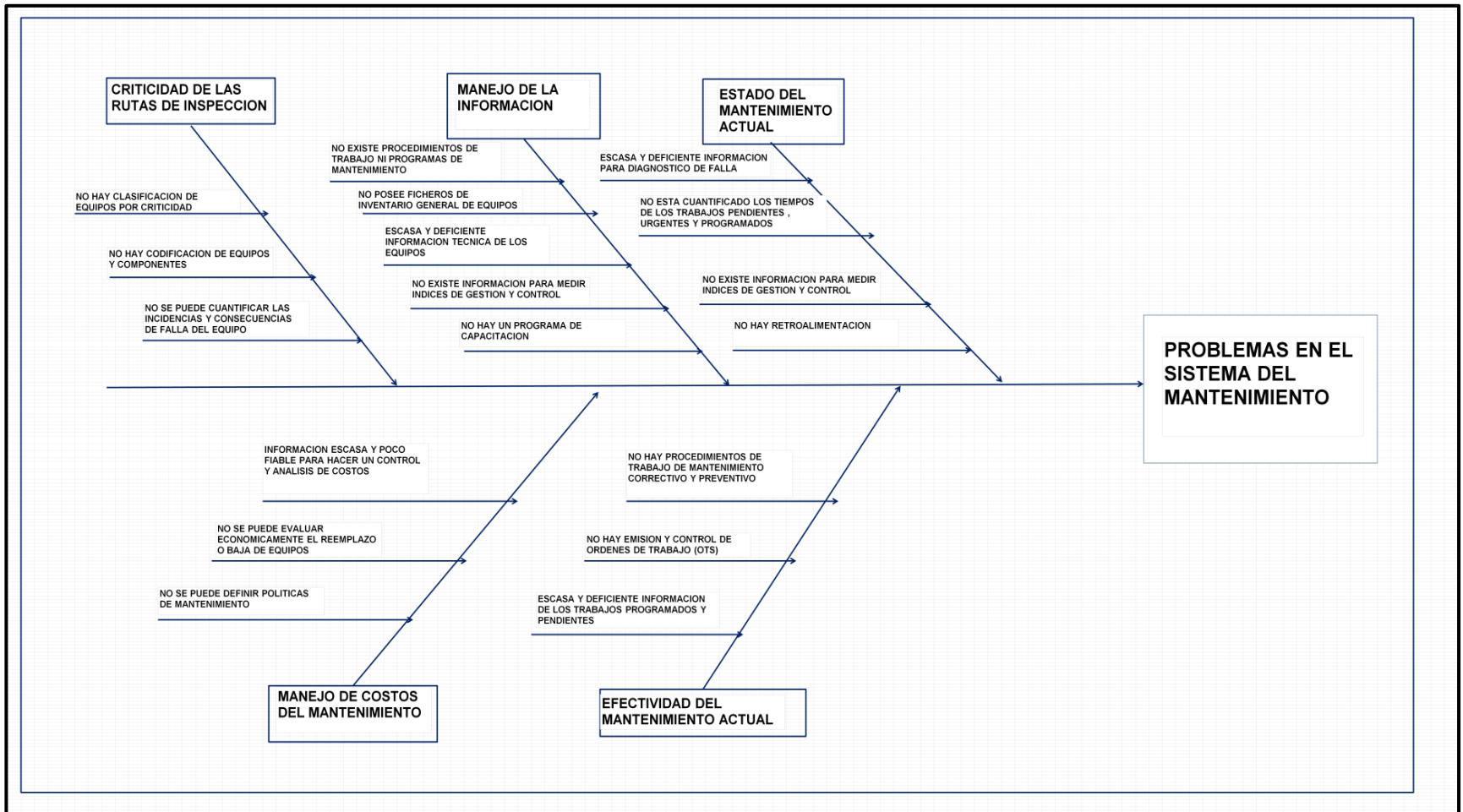


Figura 4.3. Diagrama de Ishikawa del mantenimiento en planta

4.3 Análisis de criticidad

Para un útil y correcto análisis de criticidad, se debe tener los criterios necesarios para clasificar y cuantificar los factores que inciden en el equipo. Según las características de la empresa se elaboró la siguiente tabla de criterios de criticidad y su cuantificación que se muestra en la siguiente tabla.

CRITERIOS PARA DETERMINAR CRITICIDAD	
FRECUENCIAS DE FALLA	PTS
MAYOR A 5 FALLAS /MES	4
4-5 FALLAS /MES	3
2-3 FALLAS /MES	2
0-1 FALLAS /MES	1
IMPACTO OPERACIONAL	PTS
PARA LA PRODUCCION	10
IMPACTO EN LA PRODUCCION Y CALIDAD	7
GENERA COSTOS ADICIONALES DE OPERACIÓN	4
NO AFECTA PRODUCCION	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	PTS
NO EXISTE OPCION DE PRODUCCION Y ES IRRECUPERABLE	4
OPCION DE REPUESTO COMPARTIDO	2
FUNCION DE REPUESTO DISPONIBLE	1
COSTOS DE MANTENIMIENTO	PTS
MAYOR A 30000 s/. ANUAL	4
10000-30000 s/. ANUAL	3
1000-10000 s/. ANUAL	2
MENOR A 1000 s/. ANUAL	1
IMPACTO EN LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA	PTS
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA	6
AFECTA EL AMBIENTE	4
PROVOCA DAÑOS MENORES (ACCIDENTES O INCIDENTES)	2
NO PROVOCA NINGUN DAÑO	0

Tabla 4.7. Criterios de criticidad

Establecidos los criterios, se procede a calcular los factores para determinar la criticidad mediante las formulas indicadas anteriormente, mostradas a continuación.

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Fórmula 4.1.

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mtto.} + \text{Impacto SAH}$$

Fórmula 4.2.

Los resultados de los cálculos efectuados son mostrados en la siguiente tabla:

EQUIPO	FRECUENCIAS DE FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO EN LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO
LENOX 2	4	10	2	4	6	30	4	120	CRITICO	MP
LENOX 1	4	10	2	4	6	30	4	120	CRITICO	MP
MOW CHAMPION	4	4	4	3	2	21	4	84	SEMICRITICO	MP/MC
HAMILTON 1	4	4	4	3	2	21	4	84	SEMICRITICO	MP/MC
97-H	4	7	2	3	2	19	4	76	SEMICRITICO	MP/MC
29-CS	4	7	2	3	2	19	4	76	SEMICRITICO	MP/MC
HALM	3	7	2	2	6	22	3	66	SEMICRITICO	MP/MC
GUILLOTINA 1	3	7	2	2	6	22	3	66	SEMICRITICO	MP/MC
CONVERTIDORA 2	3	4	2	3	6	17	3	51	SEMICRITICO	MP/MC
CONVERTIDORA 1	3	4	2	3	6	17	3	51	SEMICRITICO	MP/MC
FILE	2	4	4	2	6	24	2	48	SEMICRITICO	MP/MC
PEMCOMATIC 1	1	10	4	2	6	48	1	48	SEMICRITICO	MP/MC
PEMCOMATIC 2	1	10	4	2	6	48	1	48	SEMICRITICO	MP/MC
BOLSA DE PAN 3	2	4	4	2	6	24	2	48	SEMICRITICO	MP/MC
BOLSA DE PAN 1	2	4	4	2	6	24	2	48	SEMICRITICO	MP/MC
RYOBIC 1	2	7	2	2	6	22	2	44	SEMICRITICO	MP/MC
GUILLOTINA 3	2	7	2	2	6	22	2	44	SEMICRITICO	MP/MC
HAMILTON 2	2	7	2	2	6	22	2	44	SEMICRITICO	MP/MC
TROQUEL HIDRAULICO	2	7	2	2	6	22	2	44	SEMICRITICO	MP/MC
REBOBINADORA LLORENS	1	7	4	1	2	31	1	31	NO CRITICO	MC
CONTOMETRO 4	1	1	1	2	2	5	1	5	NO CRITICO	MC
CONTOMETRO 2	1	1	1	2	2	5	1	5	NO CRITICO	MC
CONTOMETRO 5	1	1	1	1	2	4	1	4	NO CRITICO	MC
CONTOMETRO 1	1	1	1	1	2	4	1	4	NO CRITICO	MC
CONTOMETRO 6	1	1	1	1	2	4	1	4	NO CRITICO	MC
CONTOMETRO 7	1	1	1	1	2	4	1	4	NO CRITICO	MC
INTERCALADORA 1	1	1	1	1	0	2	1	2	NO CRITICO	MC
INTERCALADORA 2	1	1	1	1	0	2	1	2	NO CRITICO	MC

Tabla 4.8. Cálculos efectuados de la criticidad de equipos

Para determinar el nivel de criticidad según lo calculado se clasifico de la siguiente manera:

- **Nivel Crítico (De 100 a 200 Pts.):** Es el nivel que se le asigna al equipo que **no debe fallar**. Si este equipo fallara, habría que cerrar la planta, parte de la planta, o una línea de producción y ello ocasionaría una gran pérdida económica. En estos equipos es necesario que se desarrolle en lo posible cumplir el **100% del Mantenimiento Preventivo**.
- **Nivel Semicrítico (De 40 a 100 Pts.):** Es el nivel que se asigna a los equipos que **no deberían fallar**. Continua siendo un equipo importante, pero una falla en esa máquina no tendría un fuerte impacto en la planta, por varias razones: existe otro similar disponible o que la falla toma poco tiempo en repararla o su parada no detiene la producción. Aquí estará la mayor cantidad de máquinas existentes. En estos equipos es necesario que se desarrolle el **80- 90% del Mantenimiento Preventivo**.
- **Nivel No Crítico (De 2 a 40 Pts.):** Es el nivel que se asigna a todo el **resto de los equipos** en que si fallan, no afectan la producción pues existe otro similar disponible o los costos de reparación son bajos. En estos equipos es necesario que se desarrolle el **70-80% del Mantenimiento Preventivo**.

Realizados los cálculos respectivos, se elabora la **Matriz de Criticidad**, como se muestra a continuación.

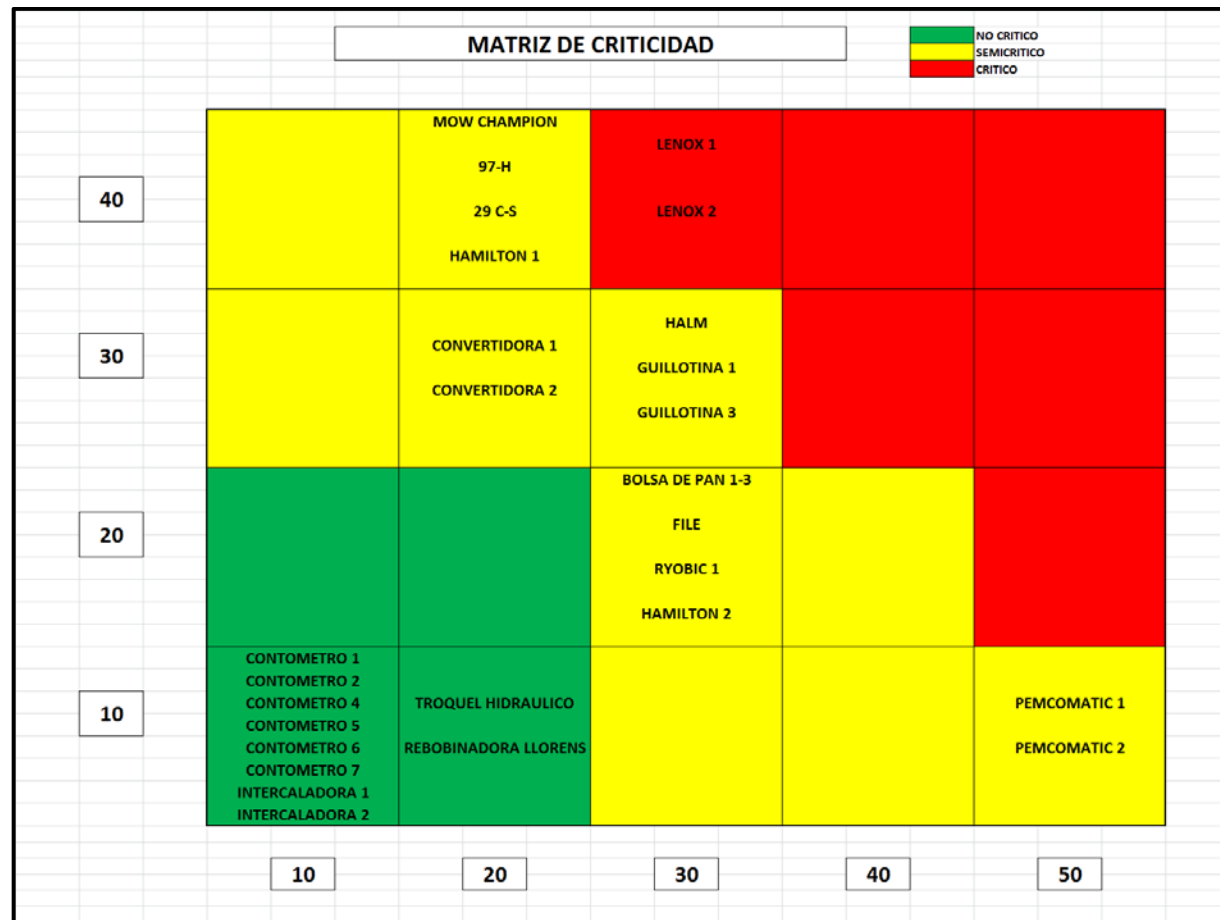


Figura 4.4. Matriz de Criticidad

4.4 Análisis de Pareto

Para el análisis se utilizaron como datos, los costos de mantenimiento de **los equipos de producción del año anterior (2013)**, teniendo en cuenta los costos incurridos en: materiales y repuestos. Esto nos permite determinar los aspectos prioritarios en direccionar los esfuerzos del mantenimiento y mejorar las intervenciones en áreas que si lo necesiten.

EQUIPO	AÑO 2013	%	%ACUMULADO	PARETO %	CATEGORIA
LENOX 1	S/. 56,889.00	0.188	0.188	18.76	A
LENOX 2	S/. 54,156.12	0.179	0.366	36.62	A
29-CS	S/. 27,213.56	0.090	0.456	45.59	A
97-H	S/. 25,587.00	0.084	0.540	54.03	A
CONVERTIDORA 1	S/. 19,873.45	0.066	0.606	60.58	A
MOW CHAMPION	S/. 18,756.23	0.062	0.668	66.77	A
HAMILTON 1	S/. 14,586.05	0.048	0.716	71.58	B
HAMILTON 2	S/. 12,538.47	0.041	0.757	75.71	B
CONVERTIDORA 2	S/. 10,150.96	0.033	0.791	79.06	B
HALM	S/. 9,119.01	0.030	0.821	82.07	B
RYOBIC 1	S/. 7,200.50	0.024	0.844	84.44	B
GUILLOTINA 1	S/. 7,005.39	0.023	0.868	86.75	B
FILE	S/. 6,035.00	0.020	0.887	88.74	B
GUILLOTINA 3	S/. 5,985.60	0.020	0.907	90.72	B
PEMCOMATIC 1	S/. 5,115.90	0.017	0.924	92.41	B
PEMCOMATIC 2	S/. 4,789.65	0.016	0.940	93.98	B
BOLSA DE PAN 3	S/. 4,519.87	0.015	0.955	95.48	B
CONTOMETRO 4	S/. 3,367.45	0.011	0.966	96.59	B
TROQUEL HIDRAULICO	S/. 3,004.79	0.010	0.976	97.58	B
BOLSA DE PAN 1	S/. 2,245.50	0.007	0.983	98.32	C
CONTOMETRO 2	S/. 1,327.80	0.004	0.988	98.75	C
REBOBINADORA LLORENS	S/. 815.00	0.003	0.990	99.02	C
CONTOMETRO 1	S/. 792.96	0.003	0.993	99.29	C
CONTOMETRO 5	S/. 790.35	0.003	0.995	99.55	C
INTERCALADORA 2	S/. 496.30	0.002	0.997	99.71	C
INTERCALADORA 1	S/. 420.40	0.001	0.998	99.85	C
CONTOMETRO 6	S/. 283.00	0.001	0.999	99.94	C
CONTOMETRO 7	S/. 178.00	0.001	1.000	100.00	C
TOTAL	S/. 303,243.31	1.000			

Tabla 4.9. Cálculos efectuados del análisis de Pareto

Luego de los calculados efectuados, la influencia económica de los equipos se clasificaron en tres clase: **Categoría A** (alrededor del **70 % de los costos**) son equipos críticos y semicríticos, **Categoría B**: (entre **15 - 20 % de los costos**) son equipos semicríticos y **Categoría C** (entre **5-10 % de los costos**) son equipos semicríticos y no críticos. Observamos que poseen la misma distribución de equipos que en el análisis de Criticidad, lo cual nos indican la estrecha relación entre operatividad y costos.

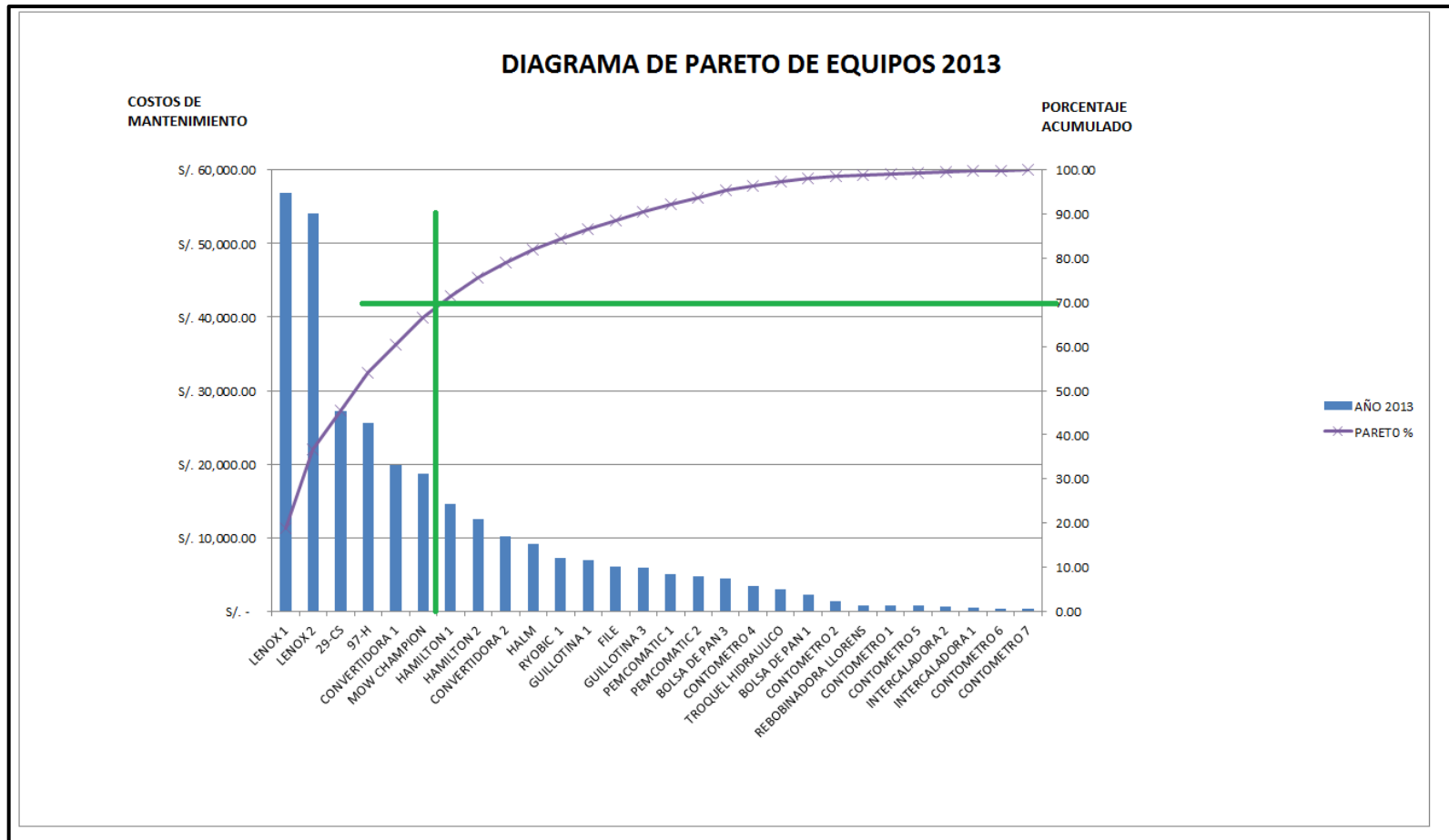


Figura 4.5. Diagrama de Pareto de equipos – Año 2013

CAPITULO V

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento se basa en el proceso administrativo de **planificar, coordinar, programar, ejecutar y controlar**; con la finalidad de conservar o restituir los equipos de producción a las condiciones de funcionamiento requeridas. Para ello, es primordial para todo proceso de gestión: **determinar los objetivos o prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades en la gestión**. También, es imprescindible que los objetivos de Mantenimiento deben ser coherentes con los objetivos de producción y las metas estratégicas generales de la compañía y, del mismo modo, debe existir coherencia en la definición de **estrategias, políticas, procedimientos, estructura organizacional y decisiones** en los diferentes niveles de la organización.

En el sistema de gestión del mantenimiento planteado, establecemos 4 puntos fundamentales para cualquier tipo de industria y entorno en que se desarrolle: **equipos, recursos humanos, trabajos y costos**. Aquellos puntos nos permitirán, crear un sistema de mantenimiento más sólido y eficiente; y sentará las bases para una continua evolución e influencia sobre otros departamentos de la empresa acerca de la filosofía de la Gestión y su importancia en la actualidad.

5.1 Gestión de los equipos

5.1.1 Clasificación de los equipos

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. En esta clasificación de equipos en una empresa papelera se desarrolló de la siguiente manera:

- **Sala de máquinas:** En esta se encuentran los equipos involucrados en el proceso productivo.
- **Servicios Generales :** Son aquellas que no intervienen en la producción , pero son necesario para su ejecución (equipos auxiliares) como : la sala de bombas , la sala de compresores , etc. ; o para sostener la empresa (instalaciones) como : redes generales , sala contraincendios , etc.
- **Flota de Transporte:** Son aquellas conformadas por las unidades de transporte: camionetas, furgonetas y camiones que se emplean para la distribución del producto terminado.
- **Montacargas:** Son aquellos conformados por vehículos de carga, que se emplean para los trabajos de almacenamiento de bobinas y productos terminados; despacho de pedidos y aprovisionamiento de materia prima al proceso productivo.

El esquema de la clasificación se muestra en la figura:

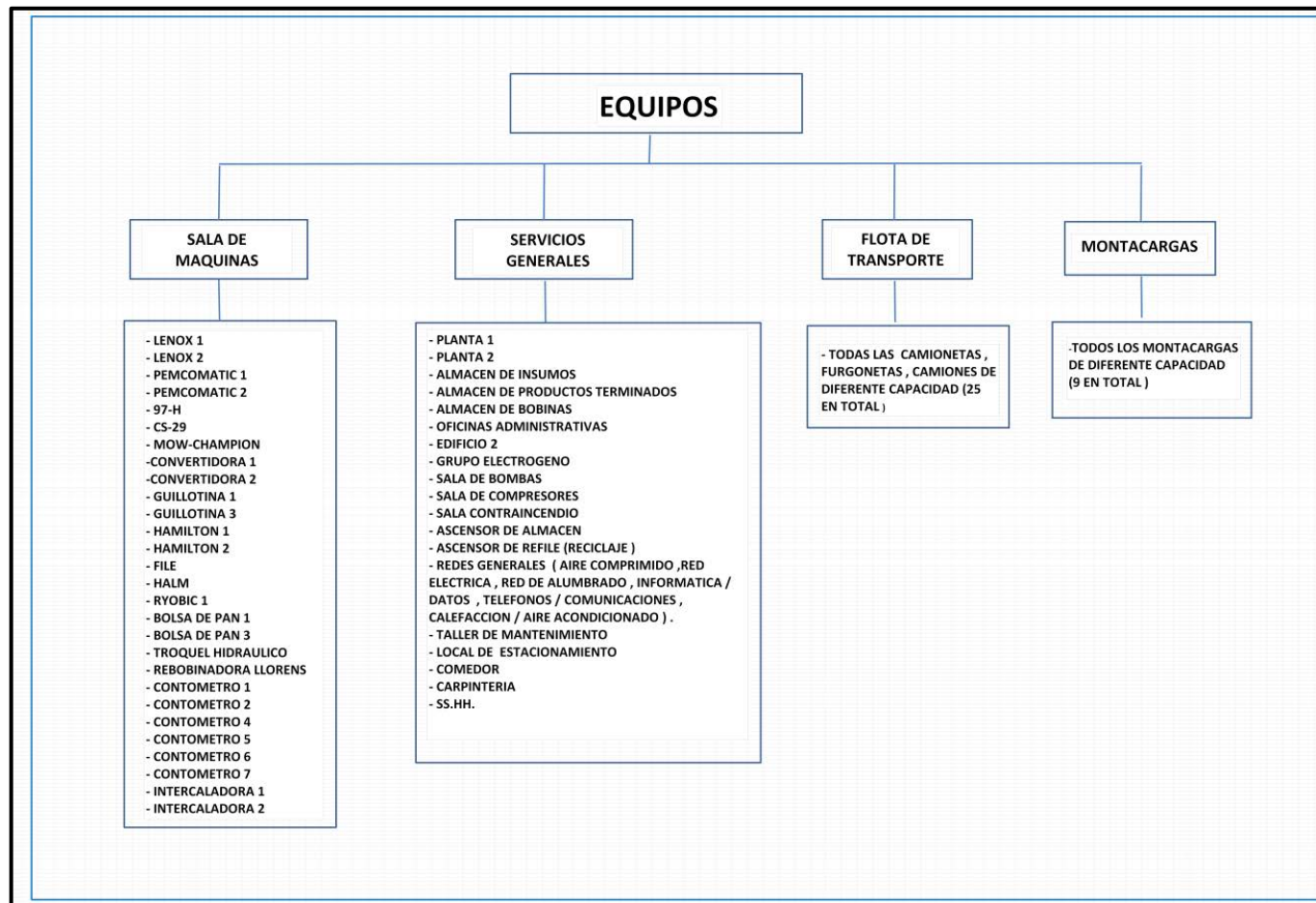


Figura 5.1. Clasificación general de equipos

5.1.2 Inventario de equipos

La lista anterior, no exhaustiva, pone de manifiesto que por cualquier dimensión que sea la instalación, el número de equipos distintos aconseja que se disponga de:

- Un ***inventario de equipos*** que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- Un ***criterio de agrupación*** por tipos de equipos para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.
- Un ***criterio de definición de criticidad*** para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- La asignación precisa del ***responsable del mantenimiento*** de los distintos equipos así como de sus funciones, cuando sea preciso.

Con todo esto, desarrollamos un registro o listado de todos los equipos mediante una tabla estructurada llamado el ***Plan Maestro de equipos*** en que se desglosa el equipo en sistemas y componentes principales del equipo. En la siguiente página se muestra un desglose a nivel sistema-componente del equipo más crítico de la planta, la convertidora Lenox 1 que trabaja en conjunto con la empaquetadora Pemcomatic 1.

5.1.3 Dossier máquina

También llamado dossier técnico o ***dossier de mantenimiento***. Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- **Dossier del fabricante** (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- **Fichero interno de la máquina** (Inspecciones periódicas, procedimientos de trabajo, histórico de intervenciones, etc.).

TIPO DE EQUIPO	EQUIPO	SISTEMAS	COMPONENTES PRINCIPALES
PRODUCCION	LENOX 1	PORTABOBINAS	EJE PORTA BOBINAS
PRODUCCION			CONO DE SUJECION DE CARGA
PRODUCCION			BASE PORTA BOBINAS
PRODUCCION			FRENO NEUMATICO
PRODUCCION			FRENO MECANICO
PRODUCCION			SISTEMA NEUMATICO
PRODUCCION			POLINES TEMPLADORES
PRODUCCION			TECLE ELECTRICO
PRODUCCION		ZONA DE CORTE	CUCHILLAS RECTAS
PRODUCCION			CONTRACUCHILLAS RECTAS
PRODUCCION			CUCHILLAS CIRCULARES
PRODUCCION			CONTRACUCHILLAS CIRCULARES
PRODUCCION			RODILLO VENA DOBLE RANURADO
PRODUCCION			FAJAS EN V DE RODILLOS DE CORTE
PRODUCCION			RODILLOS DE CORTE
PRODUCCION			RODILLOS PORTACUCHILLAS
PRODUCCION			RODILLOS PORTA CONTRACUCHILLAS
PRODUCCION			TRENES DE ENGRANAJES
PRODUCCION			SISTEMA NEUMATICO
PRODUCCION		TRANSMISION	MOTOR ELECTRICO
PRODUCCION			MOTOR EXTRACTOR DE REFILE
PRODUCCION			FAJAS EN V DE TRANSMISION
PRODUCCION		TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE CORTE	MOTORREDUCTORES DE FAJAS
PRODUCCION			MOTORREDUCTORES DE CASCILLOS
PRODUCCION			SISTEMA NEUMATICO
PRODUCCION			FAJAS EN V DE POLINES
PRODUCCION			POLINES TRANSPORTADORES
PRODUCCION			FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE
PRODUCCION		TRANSPORTADORA DE HOJAS DESCARGA DE PRODUCTO	MOTORREDUCTORES DE FAJAS
PRODUCCION			POLINES TRANSPORTADORES
PRODUCCION			FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE
PRODUCCION		TABLERO ELECTRICO	
PRODUCCION		PANEL DE CONTROL	
PRODUCCION	PEMCOMATIC 1	ZONA DE EMPAQUETADO	CUCHILLAS RECTAS
PRODUCCION			CONTRACUCHILLAS RECTAS
PRODUCCION			BRAZO PIVOT DE EMPAQUE
PRODUCCION			RESORTES DE TORSION
PRODUCCION			SISTEMA NEUMATICO
PRODUCCION			EXCENTRICA
PRODUCCION			RODILLO PORTA EMPAQUE
PRODUCCION			FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE
PRODUCCION			GUIADORES DE TRANSPORTE
PRODUCCION		MODULO ENGOMADOR	SISTEMA ELECTRICO
PRODUCCION			SISTEMA MECANICO
PRODUCCION		TRANSMISION	MOTOR ELECTRICO
PRODUCCION			MOTORREDUCTORES DE FAJAS
PRODUCCION			FAJAS EN V DE TRANSMISION
PRODUCCION		ENGRAMPADORA	SISTEMA MECANICO
PRODUCCION		ENZUNCHADORA	SISTEMA ELECTRICO
PRODUCCION			SISTEMA MECANICO
PRODUCCION		TRANSPORTADORA DE PAQUETES DE SCARGA DE PRODUCTO	MOTORREDUCTORES DE FAJAS
PRODUCCION			POLINES TRANSPORTADORES
PRODUCCION			FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE
PRODUCCION		TABLERO ELECTRICO	
PRODUCCION		PANEL DE CONTROL	

Figura 5.2. Desglose de equipos

5.1.3.1 Tipos de documentos

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la **criticidad** de cada equipo. Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

- **Documentos comerciales;** que son los utilizados para su adquisición:
 - Órdenes de Compra (OC)
 - Órdenes de Servicio (OS)
 - Caja chica
- **Documentos técnicos;** suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:
 - Características de la máquina.
 - Condiciones de servicio especificadas.
 - Lista de repuestos.
 - Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos, etc.
 - Instrucciones de montaje, dimensiones y tolerancias de ajuste.
 - Instrucciones de funcionamiento.
 - Normas de seguridad.
 - Instrucciones de mantenimiento: lubricación, inspecciones, etc.
- **Fichero Interno;** formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo. Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:
 - Codificación
 - Condiciones de trabajo reales

- Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- Procedimientos de reparación
- Fichero histórico de la Máquina.

5.1.3.2 Elaboración de documentos y recolección de datos

En la elaboración del dossier de mantenimiento; se observa que a excepción de los documentos comerciales, hay muy poca información acerca de los documentos técnicos y la inexistencia de un fichero técnico. Para resolver este problema, se elabora un ***formato de datos técnicos por equipo***, en el que según el tipo de componente y sus características, obtenemos la información necesaria para comenzar a actualizarlo y posteriormente, anexar en su dossier respectivo.

5.1.4 Fichero histórico de la maquina

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. El medio que nos permite recolectar la información generada por las intervenciones, se le conoce como ***Orden de Trabajo (OT)***. La orden de trabajo es un documento importante para el éxito del mantenimiento, por lo que debe se debe establecer un procedimiento claro y sólido para su adecuada utilización.

5.1.5 Repuestos críticos

En cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de funcionamiento aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de repuestos. Para nuestro análisis, distinguiremos dos actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

5.1.5.1 Selección de las piezas a mantener en stock

La primera cuestión a concretar es establecer las piezas que deben permanecer en stock. El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas y un bajo consumo; como también, un almacén insuficientemente dotado de piezas esenciales que nos genera grandes pérdidas de producción. Debe establecerse, por tanto, con sumo cuidado, criterios de selección en función de: la **criticidad de la máquina**, el **tipo de pieza** y las **dificultades de aprovisionamiento**. Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

- **Stock Crítico:** Piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se les da cierta preferencia, debido a su gran impacto en la producción.
- **Stock de Seguridad:** Piezas de muy improbable avería pero indispensables mantenerlos en stock, por su influencia en la producción y operaciones.
- **Piezas de desgaste:** constituye la mayor parte de las piezas a almacenar.
- **Materiales genéricos:** Son aquellas piezas que por su elevado consumo interesan tener en stock.

5.1.5.2 Fijar el nivel de existencias

A continuación, se establecen criterios que condicionan el nivel de existencias:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad)
- Consumo previsto en un tiempo dado (generalmente las piezas de desgaste).
- Plazo de reaprovisionamiento (si es del mercado nacional o extranjero).

5.1.5.3 Gestión de repuestos

Siguiendo de manera correcta los pasos enunciados y con el apoyo del Plan Maestro de equipos, se obtiene el **Plan Maestro de repuestos críticos**. De esta manera, es posible visualizar de manera eficiente, el requerimiento de repuestos de equipos. En la siguiente página se muestra parte de ese plan, con un listado de repuestos críticos jerarquizado la convertidora Lenox 1 que trabaja en conjunto con la empaquetadora Pemcomatic 1.

TIPO DE EQUIPO	EQUIPO	SISTEMA	REPUESTO CRITICO	TIPO DE INVENTARIO	VIDA UTIL
PRODUCCION	LENOX 1	PORTABOBINA	CONO EMPERNADO DE BUJECION DE CARGA	PIEZA DE RESORTE	FALLA
PRODUCCION			FRENO MECANICO	PIEZA DE RESORTE	FALLA
PRODUCCION		ZONA DE CORTE	CUCHILLAS RECTAS	STOCK CRITICO	2 AÑOS
PRODUCCION			CONTRACHILLA RECTAS	STOCK CRITICO	2 AÑOS
PRODUCCION			CUCHILLAS CIRCULARES	STOCK CRITICO	2 AÑOS
PRODUCCION			CONTRACHILLA CIRCULARES	STOCK CRITICO	2 AÑOS
PRODUCCION		TRANSMISION	FAJAS EN V DE RODILLOS DE CORTE	STOCK DE SEGURIDAD	3 MESES
PRODUCCION			FAJAS EN V DE TRANSMISION	STOCK DE SEGURIDAD	4 MESES
PRODUCCION		TRANSPORTADORA DE HOJA SALIDA DE CORTE	FAJAS EN V DE POLINE	STOCK DE SEGURIDAD	8 MESES
PRODUCCION			FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE	PIEZA DE RESORTE	3 AÑOS
PRODUCCION		TRANSPORTADORA DE HOJA DE CARGA DE PRODUCTO	FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE	PIEZA DE RESORTE	3 AÑOS
PRODUCCION	PEMCOMATIC 1	ZONA DE EMPAQUETADO	CUCHILLAS RECTAS	STOCK CRITICO	2 AÑOS
PRODUCCION			CONTRACHILLA RECTAS	STOCK CRITICO	2 AÑOS
PRODUCCION			REBORTE DE TORCION	STOCK CRITICO	FALLA
PRODUCCION			FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE	PIEZA DE RESORTE	3 AÑOS
PRODUCCION		TRANSMISION	FAJAS EN V DE TRANSMISION	STOCK DE SEGURIDAD	1 AÑO
PRODUCCION		TRANSPORTADORA DE PAQUETES DE CARGA DE PRODUCTO	FAJAS PLANAS DE TRANSPORTE	PIEZA DE RESORTE	3 AÑOS

Figura 5.3. Repuestos críticos de equipos

5.2 Gestión de los recursos humanos

5.2.1 Organigrama de mantenimiento

Uno de los aspectos más críticos de la Gestión del Mantenimiento es la Gestión de los Recursos Humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio.

5.2.1.1 Funciones del personal

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.

- Registrar el resultado de su actividad, para que mediante su análisis, nos permita la mejora continua (de la confiabilidad, de la mantenibilidad, productividad, etc.).

5.2.1.2 Número de personal

Depende mucho del tipo de instalación pero sobre todo de la política de mantenimiento establecida. Se recomienda que el jefe/supervisor de equipo deba manejar entre un mínimo de 8 y un máximo de 20 operarios

5.2.1.3 Funciones de línea y de staff

En la función mantenimiento, se tiene que direccionar los esfuerzos del personal, para ello organizamos el personal en 2 funciones:

- **Función de línea:** Es el personal que desarrolla la actividad propia del área de mantenimiento, lo conforman el equipo operativo, que son del tipo **técnico-profesional** y requieren capacidad técnica.
- **Función de staff:** Es el personal que asesoran o apoyan que contribuyen a que el personal de línea trabaje con mayor eficacia. Las funciones del staff son del tipo **técnico-administrativa** y requieren cierta capacidad directiva.

Las funciones del Jefe y Supervisores son del tipo de gestión y requieren capacidad directiva.

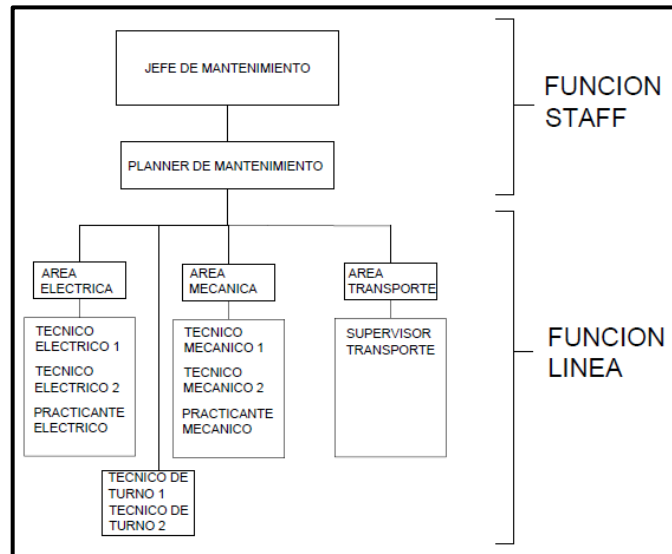


Figura 5.4. Organigrama de mantenimiento

5.2.2 Formación y adiestramiento de personal

La formación es una herramienta clave para mejorar la eficacia del servicio. Las razones de la anterior afirmación son, en síntesis, las siguientes:

- Evolución de las tecnologías
- Técnicas avanzadas de análisis y diagnóstico
- Escaso conocimiento específico del personal técnico de nuevo ingreso

La **formación** se materializa mediante **cursos planeados** y un **Programa Anual de formación**. El **adiestramiento o desarrollo de habilidades**, se consigue mediante: indicaciones diarias de supervisores, la influencia del operario experto sobre su ayudante a través del propio trabajo y cursos periódicos en escuelas profesionales.

5.2.3 Subcontratación del mantenimiento

La tendencia actual de la organización de mantenimiento es tener menos personal, también se requiere ahorrar tiempo y costo en las actividades de mantenimiento. Una

vez preparado el trabajo y a la vista de la carga pendiente, se puede decidir subcontratar algunas tareas. No obstante hay que tener en cuenta lo siguiente:

- **Especificaciones técnicas:** Descripción cualitativa y cuantitativa del trabajo a contratar. Deben ser preparados y acordados por los supervisores responsables de ambas partes (mantenimiento y producción).
- **La contratación en sí:** Elegir contratista, negociar condiciones (cotizaciones, ofertas). Debe ser gestionado con el departamento de compras o directamente con el área de mantenimiento, según sea sus requerimientos y alcances del servicio.

5.2.3.1 Justificación de la subcontratación

Es una de las decisiones de la política de mantenimiento. Depende de consideraciones económicas, técnicas y sobre todo estratégicas. En términos generales se suele subcontratar por algunas de las siguientes razones:

- Sobrecargas de trabajos
- Trabajos muy especializados
- Dificultades de reclutamiento
- Inspecciones reglamentarias con empresas homologadas.

5.2.3.2 Tipos de subcontratación

Los trabajos que con mayor frecuencia se suelen contratar (en el proceso productivo) son:

- **Mejoras y revisiones Generales** (paradas , inspecciones)
- **Servicio técnico** (guillotinas , máquinas de impresión)
- **Trabajos especializados** (cuchillas de corte, rodillos impresores ,mecanismos)

5.2.4 Seguridad y salud en el trabajo

La labor de mantenimiento es esencial para que los equipos, máquinas y entornos de trabajo sigan siendo seguros y confiables. Es por eso que, es necesario establecer principios básicos de la Gestión de la Seguridad, a través de:

- **Capacitación permanente**, recordar las medidas de prevención, concientizar al personal y promover el uso de los Equipos de Protección Personal, por tipo de actividad (Talleres de Seguridad, Charlas de 5 minutos, etc.).
- El **buen uso de las herramientas** adecuadas para cada tarea (herramientas manuales, maquinas herramientas, etc.)
- La **inclusión de las precauciones de seguridad** en las Órdenes de Trabajo de Mantenimiento.
- **Sistema de Permisos de trabajos**, para tareas identificadas como de mayor riesgo (trabajo en caliente, trabajo en altura, trabajo en espacios confinados, etc.)

Todo esto, permitirá disminuir los riesgos de errores, que pueden llegar a ocasionar incidentes y accidentes. Una herramienta muy útil para la gestión de la seguridad es la Matriz de Riesgos (IPER), apoyado de 2 factores muy importantes: severidad y consecuencia del evento (incidente o accidente).

5.3 Gestión de los trabajos

5.3.1 Política de mantenimiento

El primer paso antes de concretar cómo se van a gestionar los trabajos es establecer la política de mantenimiento. La política o estrategia de mantenimiento consiste en definir

los objetivos técnico-económicos del servicio así como los métodos a implantar y los medios necesarios para alcanzarlos.

5.3.1.1 Información

La gran diversidad de datos que obtenemos de Ordenes de trabajos (OT'S), inspecciones, intervenciones, compras, servicios, etc.; así como el conocimiento generado por la experiencia; ha sido descuidado por falta de compromiso, desinterés e inclusive falta de motivación, ignorando el gran valor que contribuye a una buena gestión del mantenimiento. La **gestión documental** es la base del proceso de recolección de información y parte clave en el mantenimiento en el aspecto de procesar la base de datos.

5.3.1.2 Definición de objetivos

Una vez que disponemos de la información relevante sobre los equipos, su estado y los requerimientos de producción, se fijan los objetivos. Los objetivos pueden ser muy variables dependiendo del tipo de industria y su situación (producto, mercado, etc.) e incluso puede ser distinto para cada máquina o instalación. En cualquier caso, la definición de los objetivos no es válida si no se hace previo acuerdo con el personal técnico y producción. Los objetivos planteados en la planta convertidora de papel son:

- Máxima disponibilidad, sin importar el costo (solvencia económica).
- Máxima disponibilidad, a un costo dado (presupuestos).
- Asegurar un rendimiento, una producción (índices de desempeño).
- Garantizar la seguridad y salud en el trabajo (índices de accidentabilidad).
- Reducir las existencias de recambios (rotación de inventarios).
- Maximizar la productividad del personal (recursos humanos).
- Maximizar los trabajos programados, reduciendo las urgencias (planeamiento).

- Reducir las improvisaciones (procedimientos e instructivos).
- Concretar un nivel de subcontratación (mantenimiento especializado).
- Transmitir la filosofía de la gestión en otros departamentos (competencias).

5.3.1.3 Selección de los métodos a aplicar

Una vez definidos claramente los objetivos, se debe establecer el método o tipo de mantenimiento a aplicar, así como sus acciones principales. En base a los requerimientos necesarios para el buen funcionamiento del mantenimiento, se clasifican en:

- **Intervenciones de mantenimiento correctivo:** Por ejemplo: reparación o fabricación de varillas porta tucos en la rebobinadora de contómetros 2.
- **Intervenciones de mantenimiento preventivo:** Por ejemplo: cambio de cuchillas y fajas en la convertidora Lenox 1.
- **Intervenciones de mantenimiento predictivo:** Por ejemplo: análisis termográfico en la sala de compresores.

5.3.1.4 Definición de los medios necesarios

Después de establecer los métodos a aplicar, precisamos de un medio acorde a nuestras exigencias. Para ello, elaboraremos una fuente de información documentado y de fácil comprensión para todos los usuarios autorizados, el cual llamaremos el **manual de mantenimiento**. Dicho manual es un compendio de la totalidad de funciones y procedimientos que en materia de mantenimiento se desarrollan en una organización y se enriquecen con el transcurso del tiempo.

5.3.1.5 Realización

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un plan de operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe

haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización, este plan permite desarrollar paso a paso una actividad programa en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha y hora conocido.

5.3.1.6 Control de gestión

El control de gestión en el mantenimiento es un proceso administrativo que sirve para evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos previstos por el departamento, a través de la medición y verificación de resultados con respecto a las especificaciones establecidas. Los requisitos para un buen control en el mantenimiento es lo siguiente:

- Verifica el logro de los objetivos que se establecen en la planificación y programación del paquete de trabajo.
- Mide y cuantifica los resultados obtenidos de las intervenciones efectuadas.
- Detecta e indica errores de planeación, organización o dirección. Esto nos permite corregir o prever las fallas y/o retroalimentarse para intervenciones futuras.

5.3.2 Establecimiento de un plan de mantenimiento

5.3.2.1 Clasificación e identificación de equipos

El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos. Se recomienda un sistema arborescente o tabla estructurada y un código que identifique planta y unidad, además del equipo. Este tema ha sido abordado en la sección 5.1 en gestión de equipos.

5.3.2.2 Recopilar información

Se trata de tener toda la información que sea relevante para mantenimiento:

- Condiciones de Trabajo y Diseño.
- Recomendaciones del Fabricante.
- Condicionamientos legales, etc.

5.3.2.3 Selección de la política de mantenimiento

Se trata de decidir qué tipo de mantenimiento aplicar a cada equipo. Se usan para ello tanto **métodos cuantitativos** como, fundamentalmente, **cualitativos**. Puede ayudar a confirmar la **opinión propia** (características del trabajo y personal) y la del **fabricante** (características del material). También es muy útil y preciso, construir modelos basados en costos y estadísticas (análisis de Criticidad y Pareto).

5.3.2.4 Programa de mantenimiento preventivo

Cuando el análisis individual se ha completado, se debe coordinar a nivel conjunto para agrupar por **familias, tipos de equipos, períodos iguales, etc.**, a fin de **optimizar la mano de obra**. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de **inspección y de lubricación**. Este tema será abordado en el capítulo VII.

5.3.2.5 Guía de mantenimiento correctivo

Incluso con la mejor información de fabricantes, es difícil, al principio, prever la carga de mantenimiento correctivo esperada. Obviamente, con la experiencia se debe prever la cantidad de esta carga de trabajo para la elaboración del **presupuesto esperado**. En cualquier caso una tarea muy valiosa consiste en tipificar los trabajos más repetitivos y elaborar procedimientos de reparación para cada uno de esos casos.

5.3.2.6 Organización del mantenimiento

El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:

- La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena. (departamento de mantenimiento y contratistas).

- La estructura administrativa (organigrama general de la planta).
- El sistema de planificación y programación de trabajos, que se verá más adelante.

5.3.2.7 Planificación, programación y ejecución del mantenimiento

Para optimizar los recursos disponibles es imprescindible planificar y programar los trabajos, como en cualquier otra actividad empresarial. En mantenimiento tienen una dificultad añadida y es que deben estar ligadas a la planificación y programación de la producción. En la siguiente página se muestra parte del plan anual de Mantenimiento preventivo del equipo crítico convertidora Lenox 1 y la empaquetadora Pemcomatic 1.

CODIGO	TAREA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA DIAS
PRODUCCION			
LENOX 1			
INSPECCION			
LE1-IM-001	INSPECCION DE PORTABOBINAS	MECANICA	QUINCENAL
LE1-IM-002	INSPECCION DE ZONA DE CORTE	MECANICA	QUINCENAL
LE1-IM-003	INSPECCION DE TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE CORTE	MECANICA	QUINCENAL
LE1-IM-004	INSPECCION DE TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE PRODUCTO	MECANICA	QUINCENAL
LE1-IM-005	INSPECCION DE TRANSMISION	MECANICA	QUINCENAL
LE1-IE-001	INSPECCION DE TABLERO DE CONTROL	ELECTRICA	QUINCENAL
LE1-IE-002	INSPECCION DE PANEL DE CONTROL	ELECTRICA	QUINCENAL
LUBRICACION			
LE1-LB-001	LUBRICACION DE PORTABOBINAS	MECANICA	MENSUAL
LE1-LB-002	LUBRICACION DE TRANSMISION	MECANICA	MENSUAL
LE1-LB-003	LUBRICACION DE TECL ELETCTRICO	MECANICA	MENSUAL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
LE1-MP-001	CAMBIO DE CU CHILLAS RECTAS	MECANICA	SEMANAL
LE1-MP-002	CAMBIO DE CU CHILLAS CIRCULARES	MECANICA	MENSUAL
LE1-MP-003	CAMBIO DE ZAPATAS DE FRENO	MECANICA	TRIMESTRAL
LE1-MP-004	CAMBIO DE FAJAS DE RODILLOS DE CORTE	MECANICA	TRIMESTRAL
LE1-MP-005	CAMBIO DE FAJAS DE TRANSMISION	MECANICA	TRIMESTRAL
LE1-MP-006	CAMBIO DE FAJAS TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE CORTE	MECANICA	TRIMESTRAL
LE1-MP-007	LIMPIEZA DE PORTABOBINAS	GENERAL	QUINCENAL
LE1-MP-008	LIMPIEZA DE TRANSMISION	GENERAL	QUINCENAL
LE1-MP-009	LIMPIEZA DE ZONA DE CORTE	GENERAL	QUINCENAL
LE1-MP-010	LIMPIEZA DE TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE CORTE	GENERAL	QUINCENAL
LE1-MP-011	LIMPIEZA DE TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE PRODUCTO	GENERAL	QUINCENAL
LE1-MP-012	MANTENIMIENTO DE TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE CORTE	MECANICA	SEMESTRAL
LE1-MP-013	MANTENIMIENTO DE TRANSPORTADORA DE HOJAS SALIDA DE PRODUCTO	MECANICA	SEMESTRAL
LE1-MP-014	MANTENIMIENTO DE PANEL DE CONTROL	ELECTRICA	SEMESTRAL
LE1-MP-015	MANTENIMIENTO DE TABLERO ELECTRICO	ELECTRICA	SEMESTRAL
LE1-MP-016	MANTENIMIENTO DE TECL ELETCTRICO	ELECTRICA	SEMESTRAL
PEMCOMATIC 1			
INSPECCION			
PE1-IM-001	INSPECCION DE ZONA EMPAQUETADO	MECANICA	QUINCENAL
PE1-IM-002	INSPECCION DE TRANSMISION	MECANICA	QUINCENAL
PE1-IM-003	INSPECCION DE MODULO GOMERO	MECANICA	QUINCENAL
PE1-IE-001	INSPECCION DE TABLERO DE CONTROL	ELECTRICA	QUINCENAL
PE2-IE-002	INSPECCION DE PANEL DE CONTROL	ELECTRICA	QUINCENAL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
PE1-MP-001	CAMBIO DE CU CHILLAS RECTAS	MECANICA	MENSUAL
PE1-MP-002	CAMBIO DE RESORTES DE TORSION	MECANICA	MENSUAL
PE1-MP-003	CAMBIO DE FAJAS DE TRANSMISION	MECANICA	SEMESTRAL
PE1-MP-004	LIMPIEZA DE MODULO GOMERO	GENERAL	BIMESTRAL
PE1-MP-005	LIMPIEZA DE TRANSMISION	GENERAL	BIMESTRAL
PE1-MP-006	LIMPIEZA DE ZONA DE EMPAQUETADO	GENERAL	BIMESTRAL
PE1-MP-007	LIMPIEZA DE TRANSPORTADORA DE PAQUETES DES CARGA DE PRODUCTO	GENERAL	BIMESTRAL
PE1-MP-008	MANTENIMIENTO DE ZONA DE EMPAQUETADO	MECANICA	ANUAL
PE1-MP-009	MANTENIMIENTO DE MODULO GOMERO	MECANICA	ANUAL
PE1-MP-010	MANTENIMIENTO DE PANEL DE CONTROL	ELECTRICA	ANUAL
PE1-MP-011	MANTENIMIENTO DE TABLERO ELECTRICO	ELECTRICA	ANUAL

Figura 5.5. Plan de mantenimiento de equipos

5.3.3 Planificación de los trabajos

Consiste en hacer la preparación de los recursos necesarios (mano de obra y materiales), establecer procedimientos e instructivos, estimar los tiempos de trabajos previstos, ver las Normas de Seguridad y obtener los permisos legales (si es necesario) para la ejecución exitosa de trabajos a ejecutarse.

5.3.3.1 Preparación de la mano de obra.

- **Normas, Procedimientos, Guías de trabajo aplicables.** Sobre todo debe estar detallado en trabajos muy repetitivos (Procedimientos y Normas-Guía).
- **Calificación y formación necesaria de los ejecutores.** Según el tipo y grado de dificultad del trabajo. (eléctrico, mecánico, etc.).
- **Horas de trabajo necesarias.** Disponibilidad de tiempo coordinado con producción según su Plan Maestro. (demanda de producto, número de pedidos, cambio de formato, etc.).
- **Permisos de trabajo a obtener.** Condiciones a reunir por la instalación para obtener el permiso para trabajar. (permisos de trabajo de altura, cerrar la alimentación eléctrica, permisos legales, etc.).

5.3.3.2 Preparación de materiales

- Revisar existencia y disponibilidad de los **repuestos** necesarios. (Órdenes de compras y vales de salida del almacén).
- Revisar y/o adquirir **materiales de consumo y otros** no almacenados. (Órdenes de servicio, compra y transporte).
- **Transportes, grúas, andamios y otras actividades auxiliares.** (Órdenes de servicio, provee la misma planta, préstamo y alquiler).

5.3.3.3 Procedimientos de trabajo

Deben ser útiles y fáciles de manejar por los interesados (no son manuales para técnicos sino guías para operarios). Deben contener:

- Las operaciones necesarias y su orden de ejecución.
- Los instrumentos, útiles y herramientas especiales necesarias.
- El número de personas necesarias para cada operación.
- Las indicaciones de seguridad en las tareas que revisten un cierto riesgo.

5.3.3.4 Tiempos de trabajo

Conocer los tiempos necesarios para los trabajos nos permite: programar los trabajos, medir la eficacia de los equipos humanos, mejorar los métodos e implantar un sistema de incentivos individual o colectivo. Para ello, es necesario comparar los tiempos reales de ejecución con los tiempos previstos o asignados a cada trabajo. En el análisis de tiempos hay que considerar el ciclo completo del trabajo: de desplazamiento, de preparación, de ejecución de esperas e imprevistos.

5.3.3.5 Clasificación de los trabajos

Para asignar tiempos a los trabajos puede ser una valiosa ayuda proceder previamente a la clasificación de los mismos. Una posible clasificación, en este sentido, sería la siguiente:

- **Pequeños trabajos no rutinarios:** De menos de 4 horas de duración. No es rentable la obtención de tiempos.
- **Trabajos rutinarios:** Repetitivos y previsibles, ejecutados por un equipo fijo asignado a cada instalación. Es útil disponer de tiempos asignados y procedimientos de trabajo.

- **Trabajos de mantenimiento diversos:** Son la mayor parte de los trabajos de mantenimiento, aparecen con cierta repetitividad y no con una gran variabilidad. Es necesario tener tiempos y procedimientos de trabajo escritos.
- **Trabajos de ayuda a producción:** Ajustes, cambios de formato, etc. Se deben tener procedimientos y tiempos para los repetitivos. Para los no repetitivos basta con los tiempos.
- **Trabajos de mantenimiento extraordinario:** Grandes revisiones o reparaciones. Interesa disponer de procedimientos escritos y tiempos de intervención.

5.3.4 Programación de los trabajos

Las características tan diferentes de los distintos trabajos que tiene que realizar el mantenimiento obligan a distintos niveles de programación:

- Ya a nivel de Presupuesto Anual, se han de definir, lo que podríamos llamar, "**trabajos extraordinarios**". Se trata de grandes reparaciones previstas en el presupuesto anual o paradas/revisiones programadas, sean de índole legal o técnicas. Se trata de una **programación a largo plazo** (1 año o más).
- Existe una **programación a medio plazo** (semanal, mensual) en la que se puede prever:
 - **Carga de Mantenimiento Preventivo**, resultante de dividir la carga total anual en bloques homogéneos para cada período. Normalmente, esta programación se suele hacer semanalmente.
 - El resto lo constituye la carga de mantenimiento correctivo, no urgente, que por tanto, debe ser cuantificado en horas y preparado adecuadamente para asegurar su duración y calidad.

- Por último, es imprescindible realizar una programación a corto plazo (diaria, turno o jornada) dónde se desarrolla y concreta el programa anterior (semanal/mensual) y en el que se insertan los trabajos urgentes e imprevistos. Para ellos, se estima un 20% de los recursos programables, aunque depende del tipo de trabajo. Trabajos de albañilería y demás auxiliares no deben pasar del 10%, mientras que en máquinas-herramientas suele llegar, incluso, al 50%.

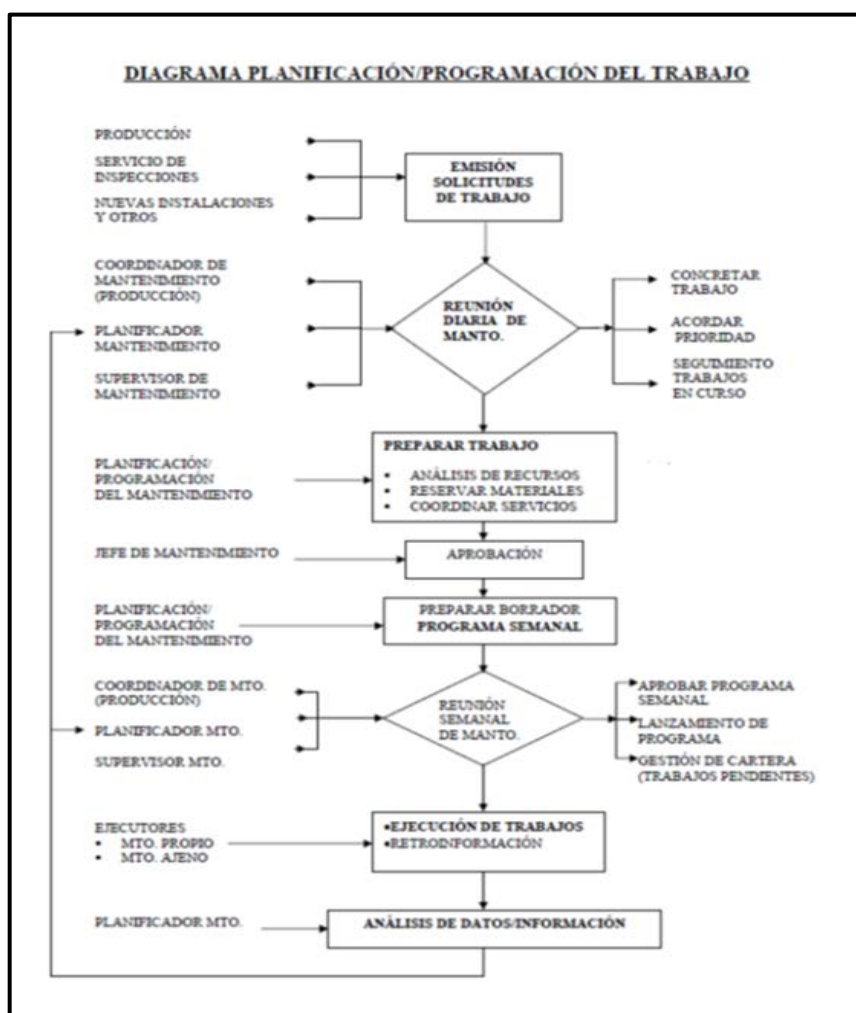


Figura 5.6. Planificación y Programación del trabajo

5.3.5 Ejecución de los trabajos

Es llevar a cabo las instrucciones escritas en las órdenes de trabajo (OT'S), verificando el correcto uso de las herramientas y solucionar problemas imprevistos. El proceso completo de realización de trabajos incluye los siguientes pasos:

- **Identificación del trabajo** (observar y dar a conocer la necesidad del trabajo).
- **Planificación** (cuantifica y prepara la mano de obra, materiales, los procedimientos de los trabajos, etc.).
- **Programación** (se determina fecha y duración de los trabajos).
- **Asignación** (se designa al personal capacitado y disponible).
- **Ejecución** (acción de realizar el trabajo previamente planificado y programado).
- **Evaluación** (análisis y retroalimentación de los resultados conseguidos).

5.3.5.1 Documentación del trabajo

En el proceso de ejecución de los trabajos, es imprescindible disponer de los documentos actualizados y legibles, de modo que no entorpezcan los esfuerzos direccionados en la ejecución del mantenimiento. Los documentos comúnmente usados son:

- **ST (Solicitud de Trabajo):** Es emitido por el área que necesita el servicio (gerencia, operaciones, producción, etc.).
- **OT (Orden de Trabajo):** Es emitido por mantenimiento para autorizar el trabajo de mantenimiento, sea planificado o de urgencia.
- **PDT (Parte Diario de Trabajo):** Son los reportes que realizan los técnicos y operarios sobre las ocurrencias y órdenes de trabajo que involucran al mantenimiento.

- **CER (Certificaciones):** Es el documento que acredita y garantiza la calidad y conformidad del servicio prestado por la subcontratación (sala de compresores, aire acondicionado, etc.).
- **PR (Propuestas de Compras):** Son los documentos que muestran las cotizaciones por los materiales requeridos y servicios solicitados (rodillos de corte, reencauchado de rodillos, etc.).
- **VS (Vales de Salida):** Es un documento que autoriza y certifica la salida de artículos o productos del almacén (piezas, repuestos, herramientas, etc.)

5.3.5.2 Finalización del trabajo

Son las pruebas necesarias para asegurar la confiabilidad de las máquinas. Es una etapa previa antes de entregarla al operador. Las pruebas más comunes son:

- Pruebas en vacío y con carga y medición de las variables de control.
- Análisis del comportamiento basado en conocimientos del experto.
- Diseñar experimentos para comprobar la eficiencia del equipo.
- Fijar periodo de prueba, ajustes y observación.

5.3.5.3 Evaluación del trabajo

El establecimiento o desarrollo de las políticas de mantenimiento debe someterse a una evaluación y retroalimentación continua, que garantice que el sistema ofrezca los resultados necesarios, cumpliendo los objetivos deseados. Este punto es fundamental si se desea que el sistema funcione con eficiencia y que sea sostenible a largo plazo. Se evalúa y monitorea continuamente para mejorar la efectividad del mantenimiento frente a las demandas, mediante los siguientes lineamientos:

- Definición y manejo de indicadores.
- Gestión de las desviaciones.

- Definición e implementación de acciones correctoras.

El personal de staff debe analizar el sistema continuamente para resolver cualquier problema que pueda producirse en la secuencia de datos. Ningún sistema es perfecto y hasta que el programa no se haya creado y haya estado en funcionamiento durante algún tiempo no se superarán los principales obstáculos.

5.4 Gestión de costos

5.4.1 Presupuesto de mantenimiento

Antes de que empiece un nuevo ejercicio económico (normalmente el año natural) hay que estimar cuánto va a ser el gasto anual de mantenimiento, es decir, confeccionar el presupuesto anual de mantenimiento. El presupuesto no sólo constituye un instrumento de gestión para el control de la eficacia del mantenimiento sino que, sobre todo, debe ser una herramienta de planificación si se aprovecha su confección para hacer una profunda reflexión sobre el servicio que debemos implantar. Definido lo que deseamos controlar, se agrupa el gasto en partes o categorías:

- **Mantenimiento Ordinario:**
 - Mantenimiento Correctivo
 - Mantenimiento Preventivo
 - Mantenimiento Predictivo
- **Mantenimiento Extraordinario:**
 - Grandes Reparaciones
 - Paradas Programadas
 - Mejoras Técnicas

Estas constituyen las grandes masas a presupuestar. Para cada una de ellas tendremos que precisar sus elementos constituyentes:

- **Mantenimiento Interno** (realizado por el mismo personal de mantenimiento).
- **Mantenimiento Externo** (realizado por contratistas y / o consultarías).
- **Materiales** (Repuestos y Materiales de consumo).

El **Presupuesto de Mantenimiento Interno** es el resultado de multiplicar las horas de personal propio disponibles por su precio. El precio de la hora de mantenimiento, en cada especialidad, está formado por los siguientes elementos:

- Costo de la mano de obra operativa (Salarios más cargas sociales)
- Parte proporcional de gastos de estructura:
 - Jefe de Mantenimiento y otro personal no operativo (oficinas, mandos intermedios, etc.).
- Parte proporcional del resto de gastos de mantenimiento:
 - Agua, vapor, electricidad.
 - Gastos de formación, gestión.
 - Gastos de mantenimiento de talleres e instalaciones de mantenimiento.
- Materiales no repartidos (no imputables a trabajos concretos):
 - Herramientas.
 - Instrumentos de medida.
 - Materiales diversos generales (tornillería, consumibles, etc.).

El **Presupuesto de Mantenimiento Externo** consta de las siguientes partidas:

- Contratos diversos tanto de correctivo como de preventivo con servicios técnicos y otros contratistas (~50%).

- Los trabajos realizados a tanto alzado que serían objeto de petición de ofertas cuando se presenten (~40%).
- Los trabajos realizados por precios unitarios (tarifas) y los realizados por administración donde están acordados el precio por hora de cada especialidad y nivel y se facturan las horas trabajadas reales a posteriori. (~15% del mantenimiento).

El **presupuesto de materiales** es el importe de los repuestos y materiales de consumo directos que se suministran del stock de almacén o mediante solicitud de compra de materiales en tránsito. Su valoración hay que estimarla en función de datos históricos, reparaciones previstas (paradas, revisiones, etc.), utilizando ratios estadísticos (del 15% al 30% del gasto total de mantenimiento, dependiendo del tipo de industria).

5.4.2 Costos de mantenimiento

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importantes es el costo. Los costos totales de mantenimiento están compuestos por:

5.4.2.1. Costos directos de mantenimiento (C.D.M.)

Están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor, influyen la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere; estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo:

- **Costo de mano de obra directa:** técnicos de mantenimiento y contratistas.
- **Costos de materiales y repuestos:** reparación y restauración.

- **Costos asociados** directamente a la ejecución de trabajos: consumo de energía, consumo de agua, alquiler de equipos, etc.
- **Costos de herramientas y equipos:** depreciación y valor de rescate.
- **Costos de los servicios generales** calculados por estimación proporcional a la capacidad instalada: consumo de energía y agua.

5.4.2.2. Costos indirectos de mantenimiento (C.I.M.).

.En mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse directamente a un trabajo específico. Por lo general suelen ser: ***la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, etc.*** Para efectos de cálculo y grado de complejidad en la identificación y determinación de los costos indirectos, se establece en un 20 % del gasto total del mantenimiento.

5.4.2.3. Costos por tiempos perdidos (C.T.P)

Son aquellos costos que pueden o no estar relacionados directamente con mantenimiento, tales como: ***paros de producción, baja efectividad, desperdicios de material, mala calidad, entregas en tiempos no prefijados (demoras), pérdidas en ventas, etc.***

5.4.2.4. Costos generales (C.G)

Son los costos en que incurre la empresa para sostener las áreas de apoyo o de funciones no propiamente productivas. Los costos que asumen las áreas de mantenimiento por concepto de costos de administración son manejados por sistemas externos de información y su determinación supone un gasto excesivo e innecesario.

5.5 Control de la Gestión del Mantenimiento

Para una correcta gestión del mantenimiento, es imprescindible realizar un seguimiento continuo del cumplimiento de los objetivos trazados y evaluación de los resultados conseguidos, buscando oportunidades de mejora que permitan posicionar al departamento de mantenimiento dentro de la organización ; y no verlo como una fuente de gastos , sino como una fuente de inversión y ahorro reflejado en los equipos .

5.5.1 Cuadro de mando integral del mantenimiento

El cuadro de mando es una herramienta de gestión que consiste en recopilar y procesar información del mantenimiento, de acuerdo con los objetivos estratégicos de la organización a través de indicadores o ratios de control, basándose en cuatro perspectivas:

- **Financiera:** ¿Qué debemos hacer para satisfacer las expectativas de nuestros inversionistas?
- **Clientes:** ¿Qué debemos hacer para satisfacer las necesidades de nuestros clientes?
- **Procesos Internos:** ¿En qué procesos debemos ser excelentes para satisfacer nuestras necesidades?
- **Aprendizaje:** ¿Qué aspectos son críticos para poder alcanzar o mantener la excelencia?

Luego de procesar la información, se elabora un **Cuadro de Mando Integral**, utilizando los objetivos y estrategias de mantenimiento trazadas.

5.5.2 Indicadores de mantenimiento

En el mantenimiento, para poder brindar un servicio eficiente y de calidad, la selección de indicadores es clave para el logro de los objetivos planteados, acorde con los

intereses de la organización. Por ello en base a los niveles de gestión empleados se direccionarán los indicadores de mantenimiento de la siguiente manera:

- ***Máxima disponibilidad, sin importar el costo:*** gestión de equipos y costos.
- ***Máxima disponibilidad, a un costo dado:*** gestión de equipos y costos.
- ***Asegurar un rendimiento, una producción:*** gestión de equipos y costos.
- ***Garantizar la seguridad y salud en el trabajo:*** gestión de recursos humanos.
- ***Reducir las existencias de recambios:*** gestión de equipos.
- ***Maximizar la productividad del personal:*** gestión de recursos humanos.
- ***Maximizar los trabajos programados, reduciendo las urgencias:*** gestión de recursos humanos y trabajos.
- ***Reducir las improvisaciones:*** gestión de recursos humanos y trabajos.
- ***Concretar un nivel de subcontratación:*** gestión de recursos humanos y trabajos.
- ***Transmitir la filosofía de la gestión en otros departamentos:*** gestión de equipos, recursos humanos, trabajos y costos.

5.5.2.1 Control de gestión de equipos

Para asegurar de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, bajo condiciones estables, hablamos de ***disponibilidad***. Los indicadores utilizados para la gestión de equipos son:

- **Disponibilidad genérica (DG)**

Es un indicador utilizado cuando se tienen los tiempos en que el equipo funciona correctamente (UT), siendo también necesario para el cálculo, los tiempos de no funcionalidad (DT): tiempo de reparaciones y de mantenimientos planificados (PM). En este caso no se tienen los tiempos exactos de los tiempos

logísticos, ni administrativos, ni los tiempos de demoras por repuestos o recursos humanos. Se calcula la disponibilidad genérica:

$$DG = \frac{\sum UT}{\sum UT + \sum DT} \quad \text{Fórmula 5.2.}$$

O también:

$$DG = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM} \quad \text{Fórmula 5.3.}$$

- **Disponibilidad inherente (DI)**

Es un indicador utilizado cuando se tienen los tiempos en que el equipo opera satisfactoriamente, bajo las condiciones de operación especificada y con la disponibilidad adecuada de recursos sin considerar ninguna demora logística o administrativa. En el cálculo, no contempla los mantenimientos planeados (preventivos o predictivos). Se calcula la disponibilidad inherente:

$$DI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{Fórmula 5.4.}$$

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

Está ligado a la **confiabilidad** o probabilidad de buen funcionamiento. Expresa el tiempo promedio de funcionamiento del equipo hasta que aparece la falla (TBF) y el total “m” de fallas, durante un periodo determinado.

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{m} \quad \text{Fórmula 5.5.}$$

- **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

Está ligado a la **mantenibilidad** o facilidad con que se puede hacerse una intervención de mantenimiento. Expresa el tiempo promedio de

reparación del equipo hasta la puesta a punto (TTR) y el total “m” de fallas, durante un periodo determinado.

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{m} \text{ Fórmula 5.6}$$

5.5.2.2 Control de gestión de recursos humanos

Los indicadores usados en la gestión de la mano de obra son:

- **Índice de cobertura de mantenimiento preventivo (ICMP)**

Nos señala la relación entre las horas-hombre gastadas en trabajos programados en mantenimiento preventivo (HHMP) por cada mil horas-hombre trabajadas por el personal operario al mes y las horas-hombre totales disponibles (HTMN).

$$ICMP = \frac{HHMP}{HTMN} \times 10^3 \text{ Fórmula 5.7.}$$

- **Índice de cobertura de mantenimiento correctivo (ICMC)**

Es la relación entre las horas-hombre gastadas en reparaciones de mantenimiento correctivo (HHMC) por cada mil horas-hombre trabajadas por el personal operario al mes y las horas-hombre disponibles (HTMN).

$$ICMC = \frac{HHMC}{HTMN} \times 10^3 \text{ Fórmula 5.8}$$

5.5.2.3 Control de gestión de trabajos

Se utiliza los siguientes indicadores de control de los trabajos:

- **Índice de cumplimiento de trabajos preventivos (ICTP)**

Este índice nos expresa la relación entre las OT'S ejecutadas (OTPE) y las OT'S programadas (OTPP) del mantenimiento preventivo en el periodo considerado.

$$ICTP = \frac{OTPE}{OTPP} \times 100\% \text{ Fórmula 5.13.}$$

- **Índice de cumplimiento de programación (ICPR)**

Este índice nos expresa la relación entre las OT'S ejecutadas (OTEX) y las OT'S programadas (OTPG) del mantenimiento correctivo y preventivo en el periodo considerado.

$$ICPR = \frac{OTEX}{OTPG} \times 100\% \text{ Fórmula 5.14.}$$

5.5.2.4 Control de gestión de costos

Los indicadores usados en la gestión de costos son:

- **Costo de mantenimiento por unidad de producción (CMPX)**

Este índice nos expresa la relación entre el costo total de mantenimiento (CTMN) y la producción total, expresado en toneladas (CTPX) en el periodo considerado.

$$CMPX = \frac{CTMN \times 100\%}{CTPX} \text{ Fórmula 5.15.}$$

- **Índice de costos planificados del mantenimiento (ICPM)**

Este índice nos expresa el grado de utilización de técnicas preventivas (CTPM) frente a las correctivas (CTCM); y el costo total de mantenimiento (CTMN).

$$ICPM = \frac{CTPM \times 100\%}{CTMN} \text{ Fórmula 5.16.}$$

CAPÍTULO VI

CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Durante el desarrollo del sistema de mantenimiento, es necesario establecer puntos de referencia que nos indiquen si la toma de decisiones y los planes de acción que seleccionamos, se acercan o lleguen a los objetivos del mantenimiento afines a los intereses de la organización. Es entonces, en que medimos cuantitativamente y cualitativamente, los eventos que comprometen el buen funcionamiento de los equipos. Mediante el uso de los ratios de control presentados en el capítulo V, podremos interpretar tendencias y desviaciones de los principales elementos que influyen en el mantenimiento. Los resultados a obtener debe apuntar a: ***alta disponibilidad de los equipos, mayor cobertura de mano de obra y una alta eficiencia en los trabajos,*** todo al ***menor costo posible.***

Además, dichos resultados nos permitirán establecer un estándar, que nos servirá para elaborar el ***Cuadro de Mando Integral,*** siendo parte de una de las estrategias de mantenimiento que se verá más adelante en el capítulo VII.

6.1 Control de gestión de equipos

6.1.1 Análisis de equipos

En la planta convertidora de papel se distinguen dos procesos productivos: **conversión (corte y doblado del papel) e impresión (doblado y entintado de papel)**. Estos procesos pueden ser o no dependientes entre sí, según sea el producto a fabricar. Para el análisis de funcionamiento de los equipos, se abordará en los procesos productivos y el análisis de criticidad. Se tiene entonces lo enunciado en la siguiente tabla mostrada.

EQUIPO	TIPO DE PRODUCCION	
LENOX 2	CONVERTIDORA	
LENOX 1	CONVERTIDORA	
MOW CHAMPION	DOBLADORA	IMPRESORA
HAMILTON 1	DOBLADORA	IMPRESORA
97-H	DOBLADORA	IMPRESORA
29-CS	DOBLADORA	IMPRESORA
HALM	DOBLADORA	IMPRESORA
GUILLOTINA 1	CONVERTIDORA	
CONVERTIDORA 2	CONVERTIDORA	
CONVERTIDORA 1	CONVERTIDORA	
FILE	DOBLADORA	IMPRESORA
PEMCOMATIC 1	EMPAQUETADORA	
PEMCOMATIC 2	EMPAQUETADORA	
BOLSA DE PAN 3	DOBLADORA	IMPRESORA
BOLSA DE PAN 1	DOBLADORA	IMPRESORA
RYOBIC 1	DOBLADORA	IMPRESORA
GUILLOTINA 3	CONVERTIDORA	
HAMILTON 2	EMBOBINADORA	IMPRESORA
TROQUEL HIDRAULICO	TROQUELADORA	
REBOBINADORA LLORENS	EMBOBINADORA	
CONTOMETRO 4	EMBOBINADORA	
CONTOMETRO 2	EMBOBINADORA	
CONTOMETRO 5	EMBOBINADORA	
CONTOMETRO 1	EMBOBINADORA	
CONTOMETRO 6	EMBOBINADORA	
CONTOMETRO 7	EMBOBINADORA	
INTERCALADORA 1	INTERCALADORA	
INTERCALADORA 2	INTERCALADORA	

Tabla 6.1. Lista de equipo por tipo de proceso

Asimismo, al calcular y evaluar los diferentes tipos de disponibilidad, necesitamos saber hasta qué valor se puede llegar a obtener. Teniendo como alcance las

condiciones de funcionamiento del equipo, podemos determinar la disponibilidad máxima del equipo. Se calcula de la siguiente manera:

$$D_{max} = \frac{HF - CB - RA - DP - CF}{HF} = \frac{TO}{HF} \quad \text{Fórmula 6.1.}$$

Donde los datos necesarios son:

- **Horas de funcionamiento (HF):** determinado por los turnos de trabajo.
- **Carga de bobinas (CB):** tiempo empleado para cargar el material de trabajo.
- **Regulación y arranque (RA):** tiempo empleado para la puesta a punto de la máquina.
- **Descanso de personal (DP):** tiempo empleado por el personal para reponerse.
- **Cambio de formato (CF):** tiempo empleado para modificar el tipo de producción.

Al restar los tiempos perdidos de las horas de funcionamiento se obtiene el tiempo de operación con o sin cambio de formato, ya que depende del Plan Maestro de Producción.

$$TO = HF - CB - RA - DP - CF \quad \text{Fórmula 6.2}$$

De manera complementaria, enunciamos las capacidades productivas de cada máquina. Esto nos servirá para evaluar el rendimiento y determinar la influencia del mantenimiento en ellas

- **Unidades producidas:** cantidad de productos fabricados por hora.
- **Ratio productivo:** cantidad de material utilizado expresado en unidades de medición acorde al equipo.

En la tabla xxx se muestra los valores estándar y disponibilidad máxima alcanzable para cada máquina.

EQUIPO/TIEMPO (Hr)	TURNOS L-V	TURNOS S	HORAS POR TURNO	CARGA DE BOBINA	REGULACION Y ARRANQUE	DESCANSO DE PERSONAL	CAMBIO DE FORMATO	TEORICO NETO	TEORICO CON PCP	TEORICO NETO	TEORICO CON PCP	UNIDADES / Hr	RATIO PRODUCTIVO
								TIEMPO DE OPERACIÓN	TIEMPO DE OPERACIÓN	DISPONIBILIDAD	DISPONIBILIDAD		
LENOX 1	3	3	8	0.25	0.17	0.5	0	20.00	20.00	0.89	0.89	120000	1-2 t/hr
PEMCOMATIC 1	3	3	8	0	0.5	0.5	0	21.00	21.00	0.93	0.93	100000	1-2 t/hr
LENOX 2	3	3	8	0.17	0.17	0.5	0	20.00	20.00	0.89	0.89	150000	1-2 t/hr
PEMCOMATIC 2	3	3	8	0	0.5	0.5	0	21.00	21.00	0.93	0.93	100000	1-2 t/hr
GUILLOTINA 1	3	3	8	0	0.25	0.5	0	21.75	21.75	0.97	0.97	80000	1200-1500 und /min
GUILLOTINA 3	3	3	8	0	0.25	0.5	0	21.75	21.75	0.97	0.97	80000	1200-1500 und /min
CONVERTIDORA 1	3	3	8	0.25	0.25	0.5	0	20.25	20.25	0.90	0.90	50000	700-900 und /min
CONVERTIDORA 2	3	3	8	0.25	0.25	0.5	0	20.25	20.25	0.90	0.90	30000	500-700 und /min
HAMILTON 1	3	2	8	0.17	1.25	0.5	2	18.42	16.42	0.82	0.73	30000	500-700 und /min
HAMILTON 2	3	2	8	0.17	1.25	0.5	2	18.42	16.42	0.82	0.73	30000	70-100 m/min
MOW CHAMPION	3	2	8	0.17	1.25	0.5	2	18.42	16.42	0.82	0.73	30000	500-700 und /min
FILE	3	2	8	0.17	1.25	0.5	2	18.42	16.42	0.82	0.73	30000	500-700 und /min
CS 29	3	2	8	0.17	1.25	0.5	2	18.42	16.42	0.82	0.73	40000	500-700 und /min
97 H	3	2	8	0.17	1.25	0.5	2	18.42	16.42	0.82	0.73	40000	500-700 und /min
TROQUEL HIDRAULICO	3	2	8	0	0.25	0.5	0	21.75	21.75	0.97	0.97	50000	500-700 und /min
REBOBINADORA LLORENS	2	2	8	0.25	0.25	0.5	0	14.00	14.00	0.93	0.93	4000	50-70 m /min
RYOBIC 1	2	2	8	0	1	0.5	1	14.00	13.00	0.93	0.87	30000	500-700 und /min
HALM	2	2	8	0	1	0.5	1	14.00	13.00	0.93	0.87	30000	500-700 und /min
BOLSA DE PAN 1	2	2	8	0.5	0.5	0.5	1	13.00	12.00	0.87	0.80	12000	150-200 und /min
BOLSA DE PAN 3	2	2	8	0.5	0.5	0.5	1	13.00	12.00	0.87	0.80	10000	150-200 und /min
CONTOMETRO 1	2	2	8	0.17	0.25	0.5	0.00	13.50	13.50	0.90	0.90	2000	25-40 und /min
CONTOMETRO 2	2	2	8	0.17	0.25	0.5	0.00	13.50	13.50	0.90	0.90	2000	25-40 und /min
CONTOMETRO 4	2	2	8	0.17	0.25	0.5	0.00	13.50	13.50	0.90	0.90	2000	25-40 und /min
CONTOMETRO 5	2	2	8	0.1	0.17	0.5	0.17	13.87	13.70	0.92	0.91	6000	50-70 und /min
CONTOMETRO 6	2	2	8	0.25	0.25	0.5	0.17	13.50	13.33	0.90	0.89	2000	25-40 und /min
CONTOMETRO 7	2	2	8	0.25	0.25	0.5	0.17	13.50	13.33	0.90	0.89	2000	25-40 und /min
INTERCALADORA 1	2	2	8	0	0.17	0.5	0.17	14.67	14.50	0.98	0.97	12000	150-200 und /min
INTERCALADORA 2	2	2	8	0	0.17	0.5	0.17	14.67	14.50	0.98	0.97	12000	150-200 und /min

Tabla 6.2. Tabla de valores estándar y máximo teórico de disponibilidad

Los valores de los tiempos mostrados están basados en mediciones y estimaciones corroboradas en el proceso productivo.

6.1.2 Cálculo de DG:

MES	ENERO	ENERO	ENERO	ENERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	MARZO	MARZO	MARZO	MARZO
EQUIPO / DATOS	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)
LENOX 1	624.00	16.00	155.90	74.36	1200.00	32.00	278.71	76.14	1776.00	52.00	392.11	77.26
LENOX 2	624.00	16.00	152.00	75.00	1200.00	32.00	292.00	75.00	1776.00	52.00	408.00	76.34
MOW CHAMPION	624.00	0.00	209.16	66.48	1008.00	0.00	357.16	64.57	1584.00	18.50	560.85	64.17
HAMILTON 1	624.00	0.00	212.00	66.03	1008.00	0.00	358.22	64.46	1392.00	0.00	526.72	62.16
97-H	624.00	2.00	220.00	64.63	1008.00	2.00	370.50	63.17	1584.00	7.50	620.50	60.64
29-CS	624.00	0.00	220.00	64.74	1008.00	0.00	370.90	63.20	1584.00	11.50	565.90	64.01
HALM	624.00	0.00	202.33	67.58	816.00	0.00	278.33	65.89	1200.00	0.00	425.33	64.56
GUILLOTINA 1	624.00	0.00	95.63	84.67	1008.00	0.00	157.63	84.36	1584.00	0.00	270.43	82.91
CONVERTIDORA 2	624.00	0.00	152.80	75.51	1008.00	0.00	251.00	74.90	1584.00	0.00	380.55	75.98
CONVERTIDORA 1	624.00	0.00	139.60	77.63	1008.00	0.00	242.10	75.98	1584.00	0.00	355.47	77.56
FILE	624.00	0.00	215.76	65.42	1008.00	0.00	369.36	63.36	1584.00	0.00	583.02	63.19
PEMCOMATIC 1	624.00	0.00	119.00	80.93	1200.00	0.00	199.00	83.42	1776.00	4.00	309.50	82.51
PEMCOMATIC 2	624.00	0.00	83.00	86.70	1200.00	0.00	165.00	86.25	1776.00	4.00	253.00	85.72
BOLSA DE PAN 3	624.00	0.00	166.00	73.40	816.00	0.00	228.70	71.97	1200.00	0.00	360.70	69.94
BOLSA DE PAN 1	624.00	0.00	168.00	73.08	816.00	0.00	218.00	73.28	1200.00	0.00	346.50	71.13
RYOBIC 1	624.00	0.00	112.00	82.05	816.00	0.00	144.00	82.35	1200.00	0.00	219.00	81.75
GUILLOTINA 3	624.00	0.00	85.50	86.30	1008.00	0.00	157.50	84.38	1584.00	0.00	202.50	87.22
HAMILTON 2	624.00	2.00	200.33	67.79	1008.00	2.00	320.33	68.16	1392.00	2.00	451.00	67.55
TROQUEL HIDRAULICO	624.00	0.00	99.80	84.01	816.00	0.00	144.40	82.30	1392.00	0.00	199.90	85.64
REBOBINADORA LLORENS	624.00	0.00	63.00	89.90	816.00	0.00	87.00	89.34	1200.00	8.00	139.00	88.34
CONTOMETRO 4	624.00	0.00	86.51	86.14	816.00	0.00	141.51	82.66	1200.00	3.17	192.19	83.94
CONTOMETRO 2	624.00	0.00	58.17	90.68	816.00	0.00	94.17	88.46	1200.00	3.00	154.17	87.12
CONTOMETRO 6	624.00	0.00	59.60	90.45	816.00	0.00	95.60	88.28	1200.00	0.00	145.60	87.87
CONTOMETRO 1	624.00	0.00	58.17	90.68	816.00	0.00	90.17	88.95	1200.00	6.00	142.17	88.09
CONTOMETRO 6	624.00	0.00	82.00	86.86	816.00	0.00	114.00	86.03	1200.00	0.00	162.00	86.50
CONTOMETRO 7	624.00	0.00	80.00	87.38	816.00	0.00	126.00	84.58	1200.00	0.00	186.00	84.50
INTERCALADORA 1	624.00	0.00	50.00	91.99	816.00	0.00	70.00	91.42	1200.00	0.00	102.50	91.46
INTERCALADORA 2	624.00	0.00	50.00	91.99	816.00	0.00	70.00	91.42	1200.00	0.00	102.00	91.50

Tabla 6.3. Calculo de DG

MES	ABRIL	ABRIL	ABRIL	ABRIL	MAYO	MAYO	MAYO	MAYO	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JUNIO
EQUIPO / DATOS	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)
LENOX 1	2400.00	70.33	492.11	78.88	3024.00	88.33	570.11	80.59	3648.00	115.58	675.11	80.89
LENOX 2	2400.00	68.83	530.67	77.24	3024.00	84.83	628.34	78.62	3648.00	104.83	708.84	79.99
MOW CHAMPION	2208.00	55.34	766.19	64.41	2832.00	293.04	948.82	62.63	3456.00	293.54	1118.82	64.62
HAMILTON 1	1808.00	0.00	710.27	60.72	2224.00	8.00	913.91	58.76	2848.00	16.00	1100.49	61.14
97-H	2208.00	12.00	808.85	63.17	2832.00	12.00	989.21	64.92	3456.00	17.00	1161.71	66.22
29-CS	2208.00	16.50	757.90	65.42	2832.00	16.50	934.23	66.82	3456.00	22.50	1136.23	66.91
HALM	1616.00	0.00	558.00	65.47	2032.00	0.00	644.00	68.31	2448.00	16.00	721.00	70.35
GUILLOTINA 1	2208.00	0.00	342.43	84.49	2832.00	3.00	395.98	86.00	3456.00	3.00	449.81	86.97
CONVERTIDORA 2	2208.00	0.00	503.51	77.20	2832.00	0.00	622.28	78.01	3456.00	4.00	717.28	78.22
CONVERTIDORA 1	2208.00	4.00	450.14	79.58	2832.00	7.75	546.49	80.65	3456.00	7.75	638.82	81.47
FILE	2208.00	7.00	757.52	65.58	2832.00	7.00	928.35	67.14	3456.00	7.00	1098.85	68.14
PEMCOMATIC 1	2400.00	12.00	376.00	84.25	3024.00	16.50	429.80	85.71	3648.00	16.50	480.80	86.76
PEMCOMATIC 2	2400.00	12.00	316.67	86.74	3024.00	24.00	372.47	87.58	3648.00	24.00	424.47	88.29
BOLSA DE PAN 3	1616.00	0.00	511.24	68.36	2032.00	0.00	622.94	69.34	2448.00	4.50	727.94	70.21
BOLSA DE PAN 1	1616.00	6.50	483.16	69.98	2032.00	6.50	589.16	70.91	2448.00	11.00	694.16	71.52
RYOBIC 1	1616.00	0.00	279.00	82.74	2032.00	8.50	332.50	83.57	2448.00	8.50	400.87	83.57
GUILLOTINA 3	2208.00	0.00	270.50	87.75	2832.00	1.67	332.75	88.24	3456.00	1.67	396.30	88.53
HAMILTON 2	1808.00	9.92	595.00	66.91	2224.00	25.75	739.51	66.36	2848.00	25.75	902.96	68.01
TROQUEL HIDRAULICO	2016.00	0.00	255.90	87.31	2640.00	0.00	313.90	88.11	3264.00	4.50	369.90	88.65
REBOBINADORA LLORENS	1616.00	8.00	189.00	88.25	2032.00	8.00	239.00	88.19	2448.00	8.00	289.00	88.16
CONTOMETRO 4	1616.00	3.17	251.19	84.43	2032.00	3.17	308.69	84.78	2448.00	3.17	357.69	85.37
CONTOMETRO 2	1616.00	6.17	220.67	88.29	2032.00	6.17	272.67	86.54	2448.00	6.17	323.17	86.77
CONTOMETRO 5	1616.00	3.50	196.02	87.84	2032.00	3.50	246.02	87.87	2448.00	3.50	294.77	87.94
CONTOMETRO 1	1616.00	11.50	194.17	87.90	2032.00	11.50	257.17	87.27	2448.00	11.50	309.17	87.31
CONTOMETRO 6	1616.00	0.50	218.00	86.51	2032.00	0.50	285.00	85.97	2448.00	0.50	340.00	86.11
CONTOMETRO 7	1616.00	0.00	243.83	84.91	2032.00	0.00	309.83	84.75	2448.00	0.00	357.83	85.38
INTERCALADORA 1	1616.00	1.50	142.50	91.17	2032.00	1.50	183.50	90.96	2448.00	1.50	223.50	90.86
INTERCALADORA 2	1616.00	0.00	144.00	91.09	2032.00	0.00	185.00	90.90	2448.00	0.00	225.00	90.81

Tabla 6.4. Calculo de DG

MES	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
EQUIPO / DATOS	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)
LENOX 1	4248.00	212.41	725.11	82.03	4848.00	234.16	805.11	82.55	5472.00	250.16	885.11	83.05
LENOX 2	4248.00	277.50	788.84	80.11	4848.00	297.50	863.84	81.02	5472.00	313.50	935.84	81.86
MOW CHAMPION	4056.00	305.54	1289.57	65.82	4056.00	311.54	1450.07	66.62	5280.00	313.54	1608.07	67.64
HAMILTON 1	3448.00	16.00	1270.99	62.97	4048.00	16.00	1441.99	64.24	4672.00	16.00	1626.79	65.06
97-H	4056.00	31.00	1327.71	67.00	4056.00	38.00	1478.71	67.96	5280.00	45.00	1630.21	68.86
29-CS	4056.00	31.50	1306.23	67.54	4056.00	31.50	1463.63	68.35	5280.00	32.85	1605.63	69.40
HALM	2948.00	17.50	781.00	72.41	3248.00	28.00	843.00	73.82	3664.00	28.00	899.00	75.28
GUILLOTINA 1	4056.00	3.00	489.81	87.81	4056.00	3.00	528.81	88.64	5280.00	3.00	566.81	89.36
CONVERTIDORA 2	4056.00	8.00	805.28	80.11	4056.00	8.00	884.28	80.98	5280.00	8.00	964.28	81.71
CONVERTIDORA 1	4056.00	11.75	721.32	82.16	4056.00	11.75	799.32	82.79	5280.00	11.75	884.32	83.21
FILE	4056.00	8.00	1274.09	68.53	4056.00	9.00	1433.06	69.16	5280.00	9.00	1569.96	70.32
PEMCOMATIC 1	4248.00	24.50	532.10	87.40	4848.00	28.50	582.60	87.91	5472.00	32.50	632.80	88.37
PEMCOMATIC 2	4248.00	32.00	486.80	88.45	4848.00	36.00	538.13	88.82	5472.00	36.00	588.13	89.18
BOLSA DE PAN 3	2848.00	7.50	836.94	70.54	3248.00	7.50	954.55	70.54	3664.00	7.50	1069.88	70.74
BOLSA DE PAN 1	2848.00	18.00	788.16	72.15	3248.00	18.50	888.16	72.50	3664.00	18.50	992.16	72.78
RYOBIC 1	2848.00	8.50	452.87	84.05	3248.00	12.50	497.87	84.61	3664.00	17.00	539.87	85.20
GUILLOTINA 3	4056.00	2.17	454.30	88.79	4056.00	2.17	496.30	89.34	5280.00	2.17	541.30	89.74
HAMILTON 2	3448.00	49.75	1069.46	68.53	4048.00	49.75	1199.46	70.00	4672.00	49.75	1338.46	71.04
TROQUEL HIDRAULICO	3864.00	6.50	425.90	88.96	4064.00	6.50	487.90	89.05	5088.00	6.50	542.90	89.32
REBOBINADORA LLORENS	2848.00	8.00	339.00	88.06	3248.00	8.00	389.00	87.99	3664.00	8.00	434.00	88.13
CONTOMETRO 4	2848.00	3.17	402.69	85.84	3248.00	3.17	440.69	86.42	3664.00	3.17	478.69	86.92
CONTOMETRO 2	2848.00	6.17	375.67	86.78	3248.00	6.17	413.67	87.24	3664.00	6.17	451.67	87.65
CONTOMETRO 5	2848.00	3.50	347.28	87.79	3248.00	3.50	385.28	88.13	3664.00	3.50	423.28	88.44
CONTOMETRO 1	2848.00	11.50	359.17	87.54	3248.00	11.50	397.17	87.73	3664.00	11.50	435.17	88.09
CONTOMETRO 6	2848.00	1.50	388.00	86.37	3248.00	1.50	426.00	86.88	3664.00	1.50	464.00	87.33
CONTOMETRO 7	2848.00	0.00	405.83	85.75	3248.00	0.00	443.83	86.34	3664.00	0.00	481.83	86.85
INTERCALADORA 1	2848.00	1.50	253.50	91.09	3248.00	1.50	287.50	91.19	3664.00	1.50	322.50	91.19
INTERCALADORA 2	2848.00	0.00	255.00	91.05	3248.00	0.00	293.00	90.90	3664.00	0.00	328.00	91.05

Tabla 6.5. Calculo de DG

MES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
EQUIPO / DATOS	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)	TT	PM	DT	DG (%)
LENOX 1	6096.00	266.16	970.22	83.36	6696.00	286.16	1055.22	83.54	7320.00	302.16	1135.22	83.82
LENOX 2	6096.00	329.50	1016.42	82.37	6696.00	349.50	1096.72	82.72	7320.00	365.50	1174.72	83.13
MOW CHAMPION	5904.00	327.54	1764.07	68.37	6504.00	327.54	1913.07	68.03	7128.00	327.54	2059.62	69.71
HAMILTON 1	5296.00	16.00	1795.79	65.99	5896.00	16.00	1930.79	67.16	6520.00	23.00	2101.50	67.65
97-H	5904.00	45.00	1768.04	69.82	6504.00	45.00	1903.04	70.54	7128.00	52.00	2058.44	70.91
29-CS	5904.00	40.85	1745.63	70.23	6504.00	42.35	1882.63	70.86	7128.00	42.35	2028.96	71.37
HALM	4080.00	28.00	956.19	76.40	4480.00	28.00	1009.19	77.33	4896.00	28.00	1060.19	78.04
GUILLOTINA 1	5904.00	3.00	609.81	89.67	6504.00	3.00	649.81	90.00	7128.00	3.00	689.81	90.32
CONVERTIDORA 2	5904.00	12.00	1044.28	82.28	6504.00	12.00	1125.28	82.67	7128.00	12.00	1215.28	82.92
CONVERTIDORA 1	5904.00	15.75	969.99	83.53	6504.00	15.75	1054.55	83.75	7128.00	15.75	1136.55	84.02
FILE	5904.00	9.50	1701.96	71.13	6504.00	9.50	1841.96	71.64	7128.00	9.50	1979.96	72.19
PEMCOMATIC 1	6096.00	32.50	683.40	88.73	6696.00	36.50	731.40	89.02	7320.00	40.50	784.40	89.22
PEMCOMATIC 2	6096.00	36.00	640.13	89.44	6696.00	40.00	683.73	89.73	7320.00	44.00	740.73	89.82
BOLSA DE PAN 3	4080.00	7.50	1179.88	71.03	4480.00	10.00	1291.88	71.30	4896.00	10.00	1404.88	71.75
BOLSA DE PAN 1	4080.00	18.50	1097.66	72.97	4480.00	18.50	1192.66	73.27	4896.00	18.50	1289.66	73.56
RYOBIC 1	4080.00	17.00	582.87	85.65	4480.00	17.00	650.87	85.42	4896.00	17.00	726.87	85.30
GUILLOTINA 3	5904.00	2.17	593.86	89.94	6504.00	2.17	637.86	90.19	7128.00	2.17	678.86	90.47
HAMILTON 2	5296.00	73.75	1495.46	71.36	5896.00	73.75	1637.46	71.88	6520.00	73.75	1776.64	72.44
TROQUEL HIDRAULICO	5712.00	6.50	597.90	89.52	6312.00	6.50	652.90	89.65	6936.00	6.50	707.90	89.78
REBOBINADORA LLORENS	4080.00	8.00	479.00	88.24	4480.00	8.00	524.00	88.28	4896.00	8.00	569.00	88.36
CONTOMETRO 4	4080.00	3.17	514.69	87.38	4480.00	3.17	549.69	87.72	4896.00	3.17	587.69	87.99
CONTOMETRO 2	4080.00	6.17	489.67	87.98	4480.00	6.17	527.67	88.21	4896.00	6.17	563.67	88.47
CONTOMETRO 5	4080.00	3.50	458.28	88.76	4480.00	3.50	498.28	88.87	4896.00	3.50	534.28	89.08
CONTOMETRO 1	4080.00	11.50	473.17	88.37	4480.00	11.50	511.17	88.56	4896.00	11.50	547.17	88.80
CONTOMETRO 6	4080.00	1.50	499.00	87.77	4480.00	1.50	535.00	88.05	4896.00	1.50	571.00	88.33
CONTOMETRO 7	4080.00	0.00	516.83	87.33	4480.00	0.00	552.83	87.66	4896.00	0.00	588.83	87.97
INTERCALADORA 1	4080.00	1.50	358.50	91.71	4480.00	1.50	396.50	91.15	4896.00	1.50	432.50	91.16
INTERCALADORA 2	4080.00	0.00	366.00	91.03	4480.00	0.00	405.00	90.96	4896.00	0.00	441.00	90.95

Tabla 6.6. Calculo de DG

Los cálculos efectuados se desarrollaron de manera acumulada, es decir, sumando los tiempos anteriores para observar su desarrollo en el tiempo. Los gráficos de su evolución se muestran en las siguientes figuras.

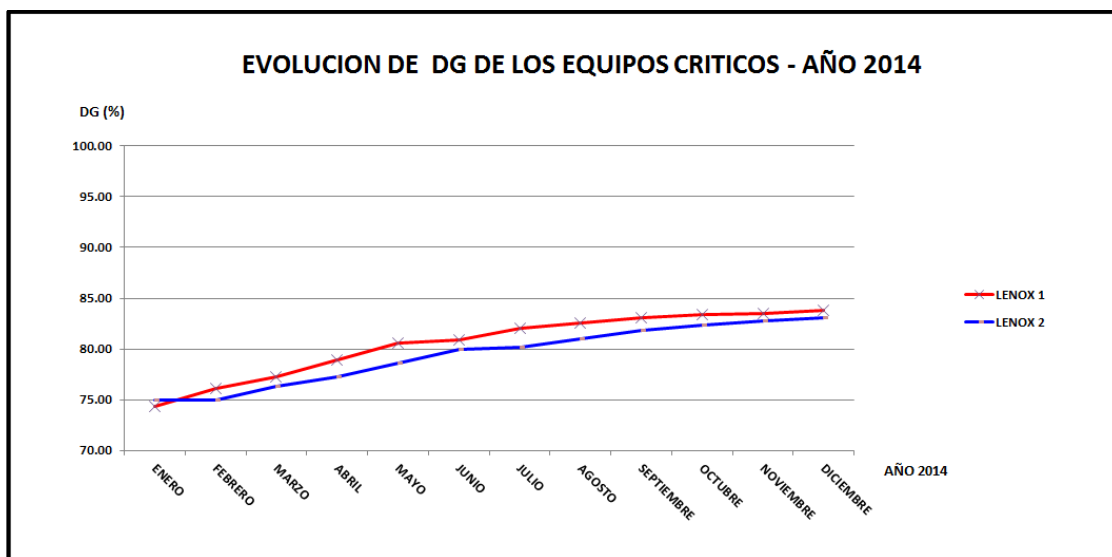


Figura 6.1. Evolución DG equipos críticos

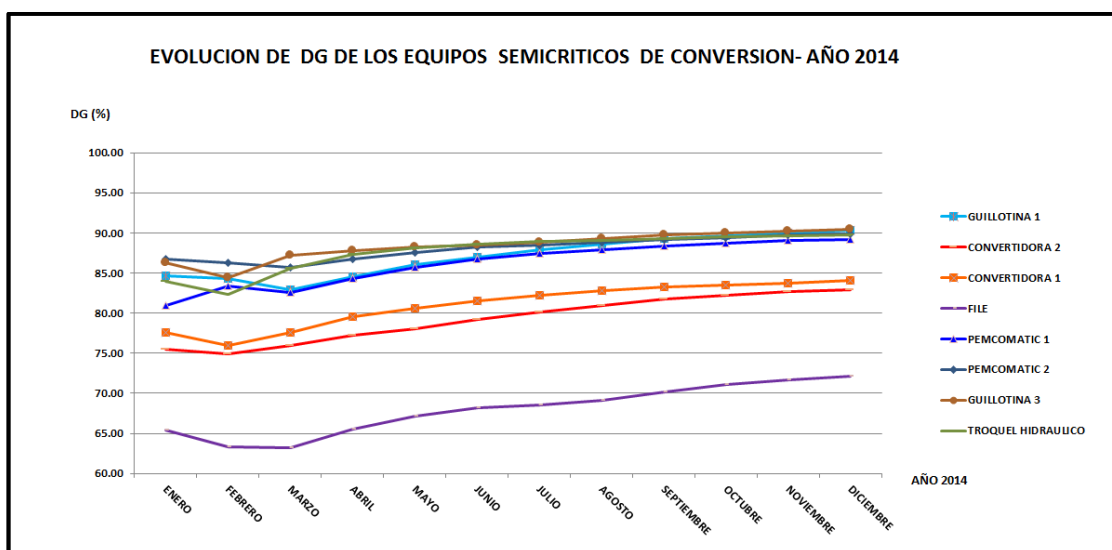


Figura 6.2. Evolución DG equipos semicriticos de conversión

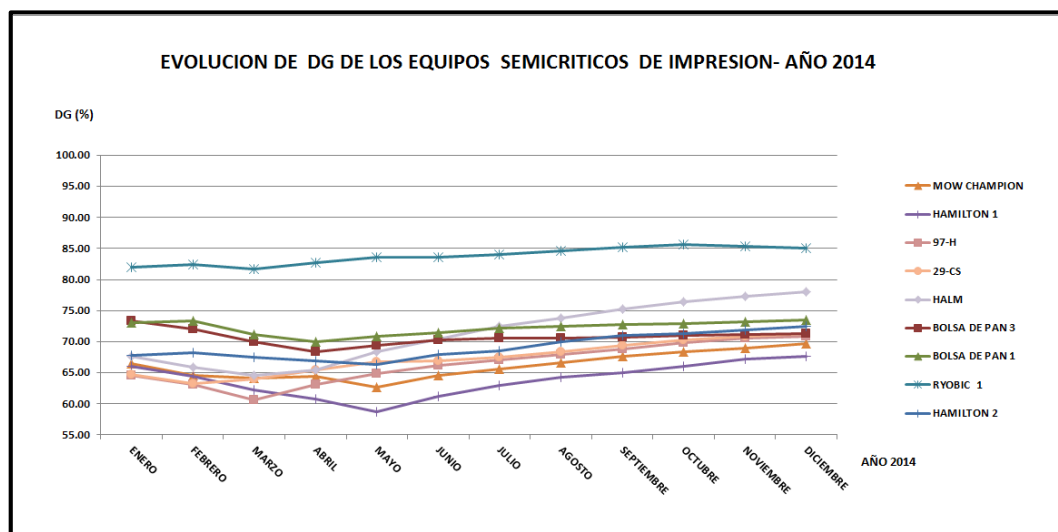


Figura 6.3. Evolución DG equipos semicríticos de impresión

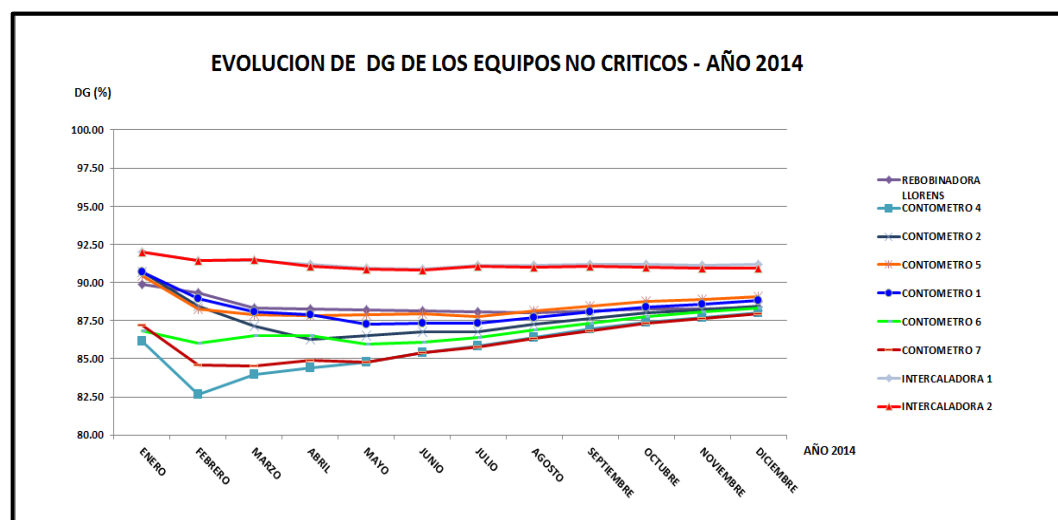


Figura 6.4. Evolución DG equipos no críticos

En los **equipos críticos de conversión**, el valor de DG (disponibilidad genérica) en los últimos meses ha estado comprendido entre **80-85%**, lo cual es un buen valor porque los tiempos de no funcionamiento son bajos tales que no afecten los costos de producción.

En los **equipos semicríticos de conversión**, el valor de DG (disponibilidad genérica) en los últimos meses se distingue distintas regiones:

- Entre **70-75%**, está la maquina File. Esto se debe a que constantemente se regulaba la maquina (troquelado), y había estado fallando mucho o parado reduciendo su rendimiento. Era a causa de la falta de limpieza del lugar de trabajo que obstruía el troquel.
- Entre **80-85%**, están las convertidoras 1 y 2. Esto se debe a que su sistema es solamente mecánico -eléctrico y no hay un sistema de precisión, lo cual para su diseño no se necesita.
- Entre **85-90%**, están los demás equipos. Esto se debe a que poseen sistema electrónico de precisión en el marcado y corte del papel.

En los **equipos semicríticos de impresión**, el valor de DG (disponibilidad genérica) en últimos meses ha estado comprendido entre **65-75%**. Esto se debe a la antigüedad de las máquinas y a la falta de mantenimiento. Esto genera un aumento considerable del tiempo empleado en regulaciones y arranques en el equipo.

Una excepción a la regla sería la impresora Ryobic (**85%**). Esto se debe a su relativa corta edad frente a las otras máquinas, las dimensiones del equipo y la adecuada manipulación y cuidado del equipo por parte de sus trabajadores.

En los **equipos no críticos**, el valor de DG (disponibilidad genérica) en últimos meses ha estado comprendido entre **87-92%**, lo cual es dado porque no suelen fallar, la dimensión de la máquina y su facilidad de funcionamiento. No afectan la producción.

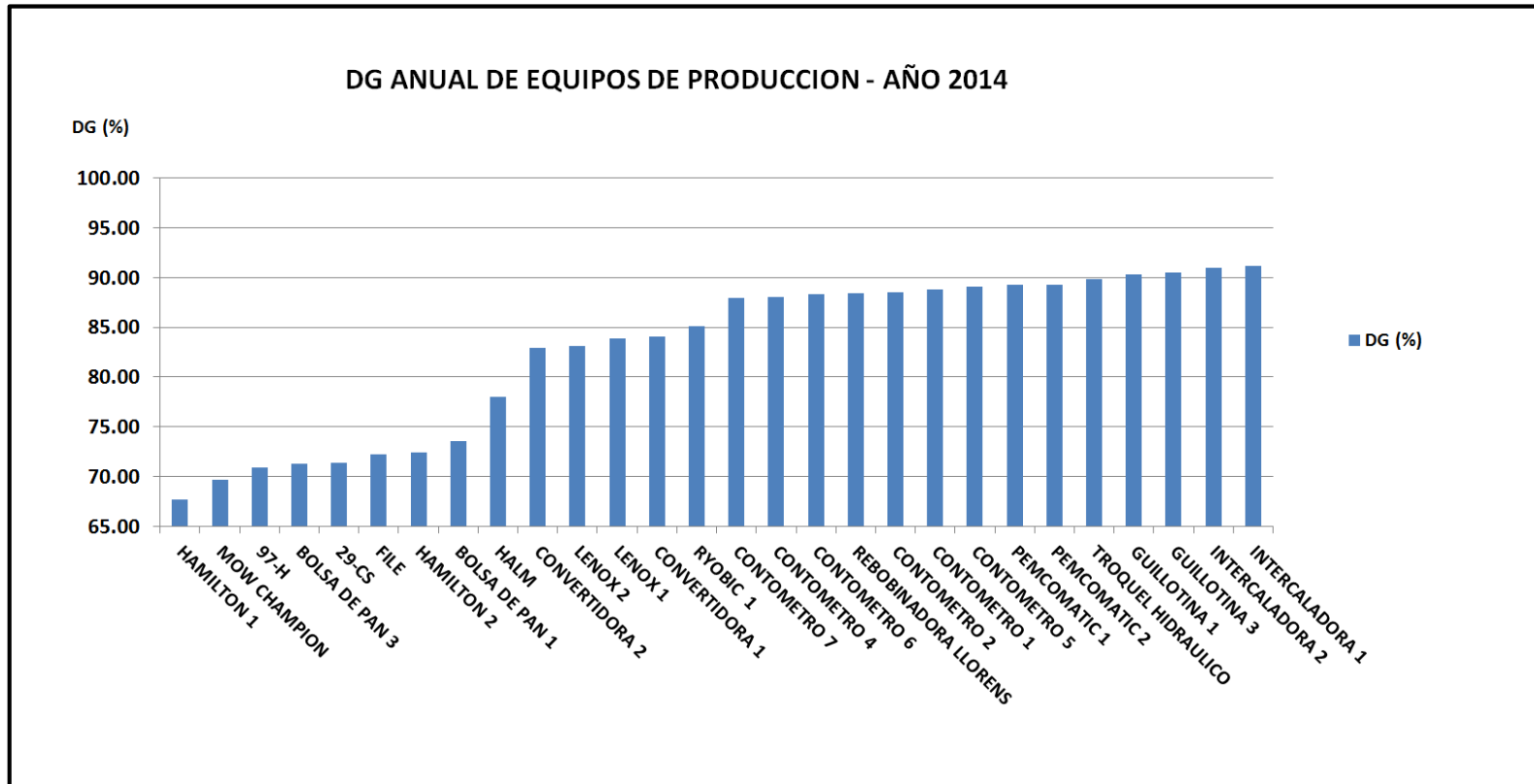


Figura 6.5. DG anual de equipos

6.1.3 Cálculo de DI

MES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI
EQUIPO / DATOS																
LENOX 2	538.20	12.00	2	97.82	496.00	10	4	98.02	482.00	4	2	99.18	524.76	20.12	10	96.31
LENOX 1	543.50	7.50	2	98.64	496.00	13.5	3	97.35	467.58	1.41	4	99.70	532.00	7.78	4	98.56
MOW CHAMPION	373.84	17.33	2	95.57	284.00	12.3	2	95.85	392.17	17.33	9	95.77	515.72	25.57	9	95.28
HAMILTON 1	304.00	13.00	2	95.90	284.00	26	4	91.61	375.50	8.5	4	97.79	449.50	24.17	9	94.90
97-H	466.00	18.00	4	96.28	284.00	10	3	96.60	378.50	32	9	92.20	455.75	13.75	2	97.07
29-CS	458.00	21.00	5	95.62	284.00	8	1	97.26	402.42	2.08	2	99.49	456.08	21.53	7	95.49
HALM	574.00		0		142.00	9	4	94.04	316.67	17.33	4	94.81	336.67	32.78	7	91.13
GUILLOTINA 1	520.17	12.33	2	97.68	360.00	7	2	98.09	501.33	14.67	10	97.16	566.25	12.92	6	97.77
CONVERTIDORA 2	534.00	9.00	1	98.34	320.00		0		483.00	3	1	99.38	520.00	14.00	7	97.38
CONVERTIDORA 1	534.00	7.00	1	98.71	320.00		0		584.83	1.17	2	99.80	523.23	1.12	1	99.79
FILE	438.34	16.66	2	96.34	280.30	3.67	2	98.71	410.00		0		457.00	11.67	2	97.51
PEMCOMATIC 1	572.00		0		544.00		0		567.50	8.5	6	98.52	503.17	0.83	1	99.83
PEMCOMATIC 2	572.00		0		544.00		0		571.42	0.58	1	99.90	570.00	0.83	1	99.85
BOLSA DE PAN 3	520.00		0		132.00		0		284.00	1	1	99.65	302.00	23.33	2	92.83
BOLSA DE PAN 1	520.00		0		135.00		0		272.50	11.5	3	95.95	303.50	10.00	1	96.81
RYOBIC 1	574.00		0		142.00		0		284.00		0		316.00	0.00	0	
GUILLOTINA 3	512.00		0		360.00	6	1	98.36	514.83	1.27	2	99.75	568.32	10.83	2	98.13
HAMILTON 2	450.67	6.33	2	98.61	284.00		0		377.33	6.67	4	98.26	450.33	9.58	4.00	97.92
TROQUEL HIDRAULICO	548.00	8.00	1	98.56	152.00		0		515.50	0.5	1	99.90	544.00	0.00	0	
REBOBINADORA LLORENS	572.00		0		162.00		0		325.33	0.67	1	99.79	416.00	0.00	0	
CONTOMETRO 4	558.00		0		162.00		0		328.33	2.5	2	99.24	366.00	0.00	0	
CONTOMETRO 2	558.00		0		162.00		0		330.00	3	2	99.10	360.33	5.28	1	98.55
CONTOMETRO 5	558.00		0		162.00		0		334.00		0		352.52	0.70	1	99.80
CONTOMETRO 1	558.00		0		162.00		0		322.00		0		360.78	0.00	0	
CONTOMETRO 6	558.00		0		162.00		0		334.00		0		366.50	0.83	1	99.77
CONTOMETRO 7	558.00		0		162.00		0		334.00		0		365.70	1.38	1	99.62
INTERCALADORA 1	580.00		0		162.00		0		315.75	0.75	2	99.76	344.50	0.00	0	100.00
INTERCALADORA 2	580.00		0		162.00	0.5	1	99.69	334.00		0		346.00	0.00	0	

Tabla 6.7. Calculo de DI

MES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI
EQUIPO / DATOS																
LENOX 2	532.33	16.12	1	97.06	518.00	2.50	1	99.52	363.33		0		520.00		0	
LENOX 1	540.00	0.00	0		498.75	10.00	5	98.03	439.17		0		518.00	2.92	1	99.44
MOW CHAMPION	192.00	0.00	0		436.50	5.00	2	98.87	429.00	10.75	2	97.56	429.83	6.95	2	98.41
HAMILTON 1	308.16	116.57	9	72.55	436.00	6.25	3	98.59	388.50	1.50	2	99.62	439.00	1.67	2	99.62
97-H	454.67	15.55	4	96.69	432.50	4.17	1	99.05	423.00	1.00	1	99.76	440.00	3.00	1	99.32
29-CS	460.00	5.00	1	98.92	510.66	28.33	4	94.74	425.00	6.00	3	98.61	440.00		0	
HALM	460.00	10.00	2	97.87	327.00	11.67	2	96.56	348.50		0		339.50		0	
GUILLOTINA 1	566.42	0.97	1	99.83	538.17	1.38	1	99.74	550.00		0		550.00		0	
CONVERTIDORA 2	523.00	18.33	2	96.61	510.00	0.00	0		507.50		0		525.50		0	
CONVERTIDORA 1	529.75	0.83	1	99.84	507.17	3.88	1	99.24	506.50	3.50	1	99.31	523.50		0	
FILE	460.17	6.38	1	98.63	439.05	0.83	1	99.81	439.00		0		440.00		0	
PEMCOMATIC 1	559.50	0.00	0		540.00	3.33	1	99.39	546.13		0		548.00		0	
PEMCOMATIC 2	570.00	0.00	0		548.00	0.00	0		532.17		0		549.68	0.55	1	99.90
BOLSA DE PAN 3	316.00	0.00	0		292.25	5.42	2	98.18	294.00	3.00	2	98.99	300.00		0	
BOLSA DE PAN 1	316.00	0.00	0		300.00	0.00	0		300.00		0		299.50		0	
RYOBIC 1	307.00	0.83	1	99.73	294.50	9.17	1	96.98	298.17	1.83	2	99.39	500.00		0	
GUILLOTINA 3	576.75	10.42	2	98.23	544.33	9.17	1	98.34	539.50	0.50	1	99.91	555.00		0	
HAMILTON 2	399.67	0.83	1	99.79	438.50	15.00	4	96.69	403.50	12.50	3	97.00	438.50	2.50	1	99.43
TROQUEL HIDRAULICO	544.00	1.67	1	99.69	540.00	0.00	0		564.00		0		564.00		0	
REBOBINADORA LLORENS	416.00	0.00	0		400.00	0.00	0		400.00		0		400.00		0	
CONTOMETRO 4	365.50	0.00	0		358.00	3.33	3	99.08	348.00	2.00	1	99.43	350.00		0	
CONTOMETRO 2	356.00	0.00	0		347.80	0.00	0		350.00		0		350.00		0	
CONTOMETRO 5	356.00	0.00	0		348.50	2.92	1	99.17	345.49	4.51	3	98.71	350.00		0	
CONTOMETRO 1	359.06	10.55	2	97.15	350.00	0.00	0		350.00		0		350.00		0	
CONTOMETRO 6	366.00	0.00	0		350.00	0.00	0		350.00		0		350.00		0	
CONTOMETRO 7	366.00	0.00	0		348.50	0.83	1	99.76	350.00		0		350.00		0	
INTERCALADORA 1	376.00	0.00	0		360.00	0.00	0		360.00		0		360.00		0	
INTERCALADORA 2	376.00	0.00	0		360.00	0.00	0		360.00		0		360.00		0	

Tabla 6.8. Calculo de DI

MES EQUIPO / DATOS	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI	ΣTBF	ΣTTR	M	DI
LENOX 2	540.00		0		538.40	2.50	2	99.54	528.75	2.08	2	99.61	532.00	0.83	1	99.84
LENOX 1	540.00		0		544.00		0		519.50	0.83	1	99.84	530.50	1.25	1	99.76
MOW CHAMPION	460.00		0		453.00		0		440.00		0		464.00		0	
HAMILTON 1	458.67	6.38	1	98.63	460.00		0		435.66	7.23	3	98.37	464.00		0	
97-H	462.66		0		460.00	1.67	1	99.64	440.00		0		460.50	2.08	1	99.55
29-CS	456.60	0.83	1	99.82	460.00		0		437.50		0		460.00		0	
HALM	366.00		0		366.00		0		360.00		0		366.00		0	
GUILLOTINA 1	550.00	0.83	1	99.85	550.00	1.67	1	99.70	550.00		0		564.00		0	
CONVERTIDORA 2	532.00		0		532.00		0		510.00		0		530.00		0	
CONVERTIDORA 1	532.00		0		532.00		0		502.00	1.67	1	99.67	530.00		0	
FILE	464.00		0		462.33		0		435.93		0		468.00		0	
PEMCOMATIC 1	570.00		0		570.00		0		550.00		0		572.00		0	
PEMCOMATIC 2	572.00		0		574.00		0		550.00		0		572.00		0	
BOLSA DE PAN 3	312.00		0		310.00		0		297.50		0		308.00		0	
BOLSA DE PAN 1	310.00		0		312.50	0.83	1	99.74	300.00		0		307.00	1.67	1	99.46
RYOBIC 1	519.50		0		524.00		0		500.00		0		524.00		0	
GUILLOTINA 3	578.00		0		577.00	3.33	2	99.43	550.00		0		570.00		0	
HAMILTON 2	460.00		0		438.50	2.50	1	99.43	439.67	0.55	1	99.88	460.00		0	
TROQUEL HIDRAULICO	564.00		0		564.00		0		564.00		0		564.00		0	
REBOBINADORA LLORENS	416.00		0		416.66	3.95	2	99.06	400.00		0		416.00		0	
CONTOMETRO 4	366.00		0		366.00		0		366.00		0		366.00		0	
CONTOMETRO 2	366.00		0		366.00		0		366.00		0		366.00		0	
CONTOMETRO 5	366.00		0		366.00		0		366.00		0		366.00		0	
CONTOMETRO 1	366.00		0		366.00		0		366.00		0		366.00		0	
CONTOMETRO 6	366.00		0		366.00		0		366.00		0		366.00		0	
CONTOMETRO 7	366.00		0		366.00		0		366.00		0		366.00		0	
INTERCALADORA 1	376.00		0		376.00		0		376.00		0		376.00		0	
INTERCALADORA 2	376.00		0		374.50	2.50	2	99.34	376.00		0		376.00		0	

Tabla 6.9. Calculo de DI

Los cálculos efectuados se desarrollaron de manera acumulada, es decir, sumando los tiempos anteriores para observar su desarrollo en el tiempo. Los valores determinados nos dan valores muy altos de disponibilidad, esto se debe a que los tiempos de funcionamiento en comparación con los tiempos de reparación son muy altos. Sin embargo, nos ofrecen los tiempos entre fallas lo cual nos da una referencia de con qué frecuencia se puede realizar tareas preventivas.

El periodo preventivo no es más que el tiempo promedio entre fallas (MTBF) dividido entre las horas diarias de trabajo (HT), expresado en número de días. Se calcula:

$$TPREV = \frac{MTBF}{HT} \quad \text{Fórmula 6.3.}$$

EQUIPO / DATOS	DI (%)	T PREV
LENOX 2	98.87	10
LENOX 1	99.27	12
MOW CHAMPION	98.08	7
HAMILTON 1	95.79	5
97-H	98.08	8
29-CS	98.26	9
HALM	98.16	14
GUILLOTINA 1	99.19	11
CONVERTIDORA 2	99.27	23
CONVERTIDORA 1	99.69	32
FILE	99.25	27
PEMCOMATIC 1	99.81	35
PEMCOMATIC 2	99.97	93
BOLSA DE PAN 3	99.11	22
BOLSA DE PAN 1	99.35	26
RYOBIC 1	99.75	50
GUILLOTINA 3	99.36	24
HAMILTON 2	98.89	10
TROQUEL HIDRAULICO	99.84	86
REBOBINADORA LLORENS	99.90	99
CONTOMETRO 4	99.82	45
CONTOMETRO 2	99.81	89
CONTOMETRO 5	99.81	53
CONTOMETRO 1	99.75	134
CONTOMETRO 6	99.98	269
CONTOMETRO 7	99.95	134
INTERCALADORA 1	99.98	136
INTERCALADORA 2	99.93	91

Tabla 6.11. DI anual y TPREV de equipos

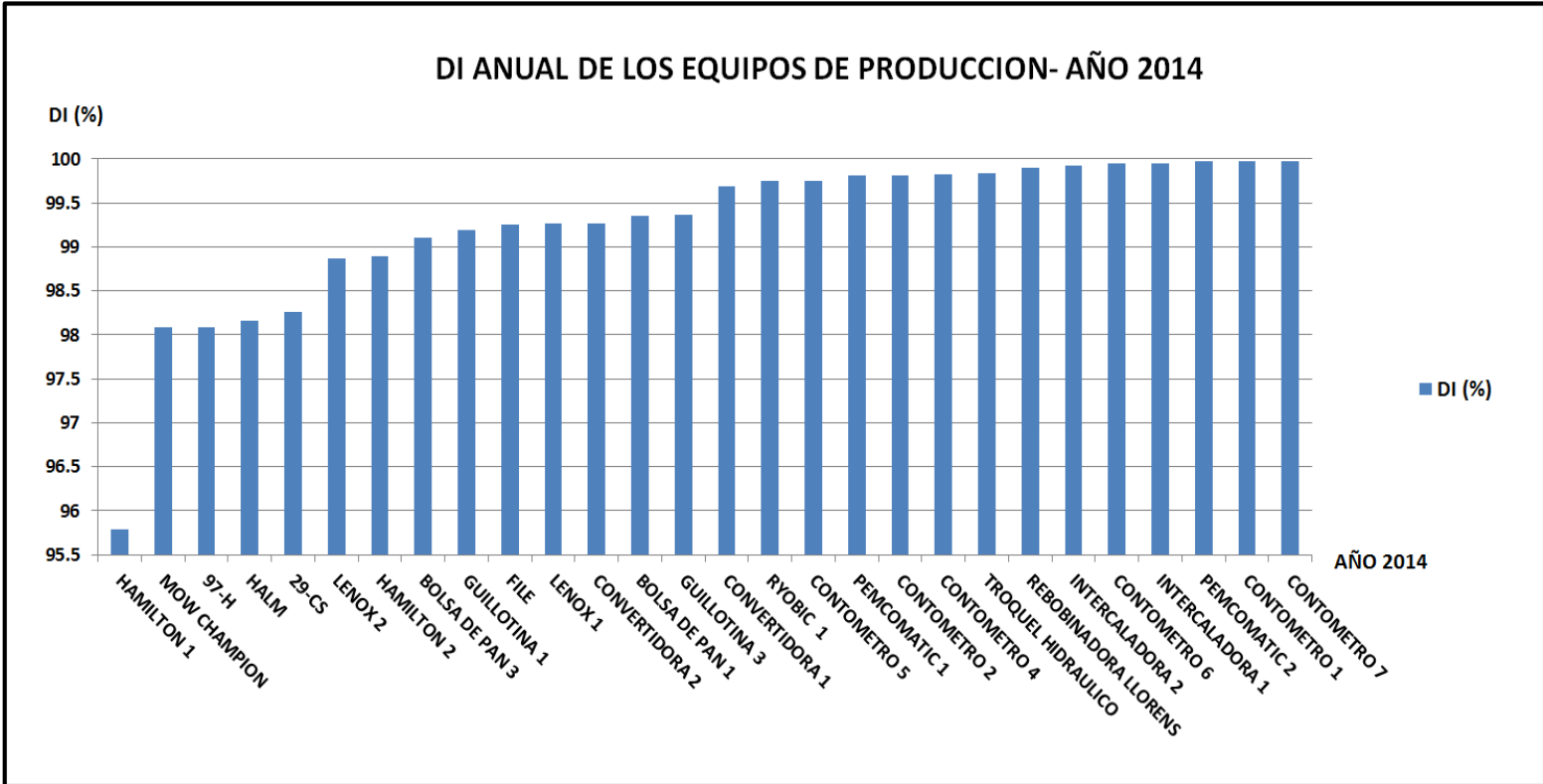


Figura 6.6. DI anual de equipos

6.1.4 Evaluación de rendimientos

Al determinarse los valores de disponibilidad, seleccionamos la Disponibilidad Genérica (DG) y comparamos con el rendimiento teórico máximo (sin considerar cambio de formato). Esto nos permitirá analizar las desviaciones que influyen en el equipo, obteniendo la siguiente tabla y grafica correspondiente:

EQUIPO / DATOS	DG (%)	DT (%)	DT (%) cambio de formato
HAMILTON 1	67.65	82.00	73.00
MOWCHAMPION	69.71	82.00	73.00
97-H	70.91	82.00	73.00
BOLSA DE PAN 3	71.25	87.00	80.00
29-CS	71.37	82.00	73.00
FILE	72.19	82.00	73.00
HAMILTON 2	72.44	82.00	73.00
BOLSA DE PAN 1	73.56	87.00	80.00
HALM	78.04	93.00	87.00
CONVERTIDORA 2	82.92	90.00	90.00
LENOX 2	83.11	89.00	89.00
LENOX 1	83.82	89.00	89.00
CONVERTIDORA 1	84.02	90.00	90.00
RYOBIC 1	85.10	93.00	87.00
CONTOMETRO 7	87.97	82.00	89.00
CONTOMETRO 4	87.99	90.00	90.00
CONTOMETRO 6	88.33	90.00	89.00
REBOBINADORA LLORENS	88.36	93.00	93.00
CONTOMETRO 2	88.47	90.00	90.00
CONTOMETRO 1	88.80	90.00	90.00
CONTOMETRO 5	89.08	92.00	91.00
PEMCOMATIC 1	89.22	93.00	93.00
PEMCOMATIC 2	89.22	93.00	93.00
TROQUEL HIDRAULICO	89.78	97.00	97.00
GUILLOTINA 1	90.32	97.00	97.00
GUILLOTINA 3	90.47	97.00	97.00
INTERCALADORA 2	90.95	98.00	98.00
INTERCALADORA 1	91.16	98.00	98.00

Tabla 6.12. Comparativos DG y DI anual

Al comparar los valores, apreciamos una gran diferencia porcentual en las maquinas impresoras y de conversión, esto se debe a que existen muchos tiempos muertos por parte de los trabajadores durante la regulación del equipo (tiempo ocioso, nivel de experiencia).

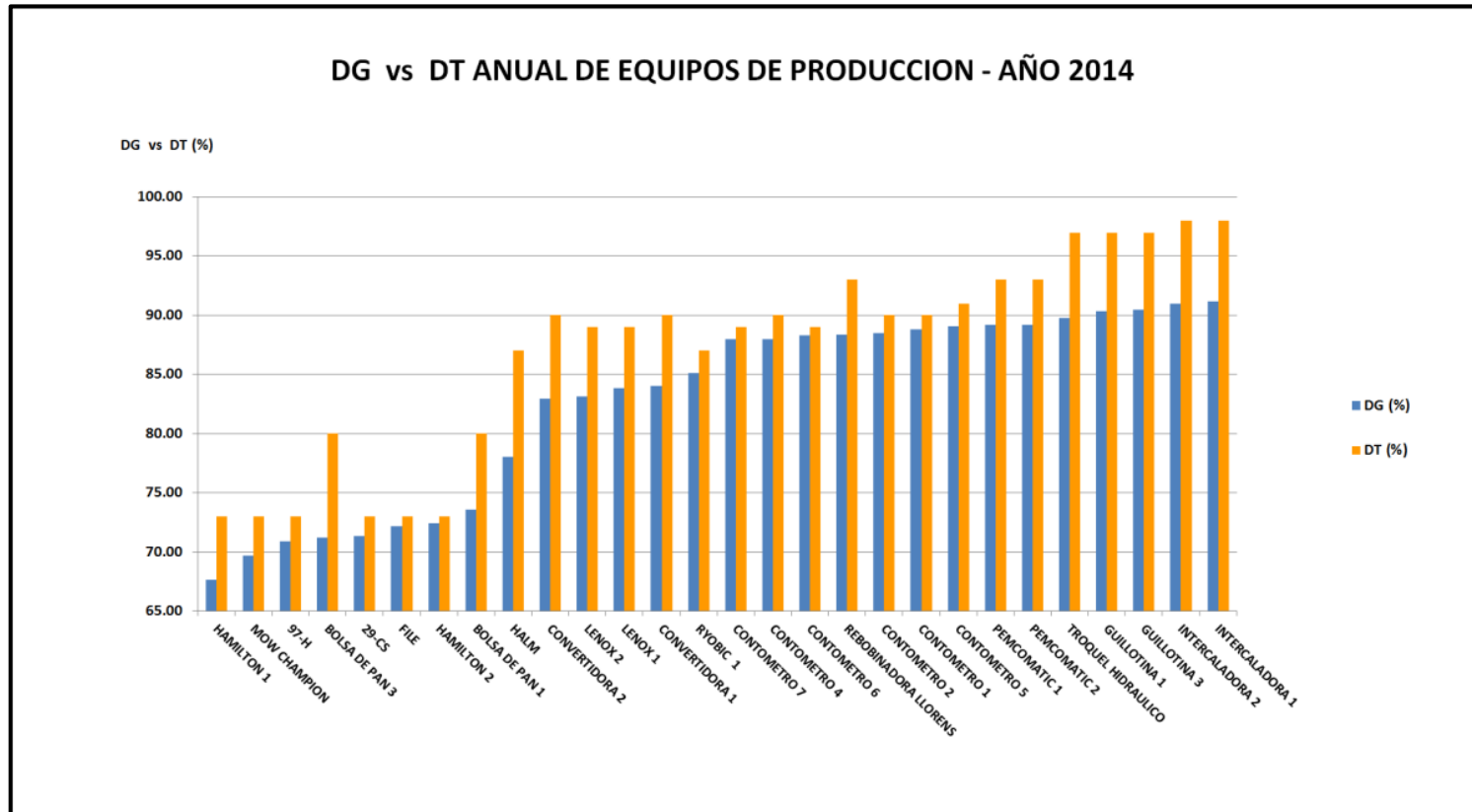


Figura 6.7. DG vs DT

En los equipos no críticos, generalmente son los que más acercan al teórico, esto se debe a su baja incidencia de fallas.

6.2 Control de gestión de recursos humanos

6.2.1 Cálculo de ICMP

MES	MARZO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	ABRIL	MAYO	MAYO	MAYO
EQUIPO / DATOS	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP
LENOX 1	164.50	1048	156.97	116.30	1048	110.97	112.00	1048	106.87
LENOX 2	170.20	1048	162.40	93.10	1048	88.84	74.00	1048	70.61
MOW CHAMPION	73.00	1048	69.66	54.80	1048	52.29	420.00	1048	400.76
HAMILTON 1	5.00	1048	4.77	3.50	1048	3.34	21.00	1048	20.04
97-H	11.00	1048	10.50	22.00	1048	20.99	0.00	1048	0.00
29-CS	11.50	1048	10.97	10.00	1048	9.54	0.00	1048	0.00
HALM	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00
GUILLOTINA 1	10.25	1048	9.78	7.00	1048	6.68	11.00	1048	10.50
CONVERTIDORA 2	33.50	1048	31.97	49.00	1048	46.76	5.00	1048	4.77
CONVERTIDORA 1	34.50	1048	32.92	52.00	1048	49.62	14.75	1048	14.07
FILE	1.00	1048	0.95	7.00	1048	6.68	0.00	1048	0.00
PEMCOMATIC 1	10.00	1048	9.54	11.00	1048	10.50	15.50	1048	14.79
PEMCOMATIC 2	12.00	1048	11.45	11.00	1048	10.50	15.00	1048	14.31
BOLSA DE PAN 3	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00
BOLSA DE PAN 1	0.00	1048	0.00	6.50	1048	6.20	0.00	1048	0.00
RYOBIC 1	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00	8.00	1048	7.63
GUILLOTINA 3	18.75	1048	17.89	9.00	1048	8.59	18.83	1048	17.97
HAMILTON 2	0.00	1048	0.00	7.92	1048	7.55	15.83	1048	15.11
TROQUEL HIDRAULICO	0.00	1048	0.00	4.50	1048	4.29	2.50	1048	2.39
REBOBINADORA LLORENS	2.00	1048	1.91	0.00	1048	0.00	2.00	1048	1.91
CONTOMETRO 4	3.17	1048	3.02	0.00	1048	0.00	0.50	1048	0.48
CONTOMETRO 2	3.00	1048	2.86	3.17	1048	3.02	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 5	0.00	1048	0.00	3.50	1048	3.34	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 1	6.00	1048	5.73	5.50	1048	5.25	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 6	0.00	1048	0.00	6.00	1048	5.73	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 7	0.00	1048	0.00	6.00	1048	5.73	0.00	1048	0.00
INTERCALADORA 1	3.00	1048	2.86	1.50	1048	1.43	0.00	1048	0.00
INTERCALADORA 2	3.00	1048	2.86	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00

Tabla 6.13. Calculo de ICMP

MES	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	AGOSTO
EQUIPO / DATOS	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP
LENOX 1	155.00	1048	147.90	240.00	1080	222.22	196.00	1048	187.02
LENOX 2	136.80	1048	130.53	663.50	1080	614.35	224.00	1048	213.74
MOW CHAMPION	6.00	1048	5.73	19.50	1080	18.06	10.50	1048	10.02
HAMILTON 1	15.00	1048	14.31	3.00	1080	2.78	3.00	1048	2.86
97-H	10.00	1048	9.54	42.10	1080	38.98	21.60	1048	20.61
29-CS	17.00	1048	16.22	24.50	1080	22.69	9.30	1048	8.87
HALM	16.00	1048	15.27	1.50	1080	1.39	11.33	1048	10.81
GUILLOTINA 1	2.50	1048	2.39	1.50	1080	1.39	5.50	1048	5.25
CONVERTIDORA 2	18.00	1048	17.18	30.00	1080	27.78	8.00	1048	7.63
CONVERTIDORA 1	20.34	1048	19.41	28.00	1080	25.93	10.00	1048	9.54
FILE	4.00	1048	3.82	2.00	1080	1.85	6.00	1048	5.73
PEMCOMATIC 1	11.75	1048	11.21	16.00	1080	14.81	14.00	1048	13.36
PEMCOMATIC 2	16.00	1048	15.27	13.83	1080	12.81	10.50	1048	10.02
BOLSA DE PAN 3	4.50	1048	4.29	3.00	1080	2.78	1.75	1048	1.67
BOLSA DE PAN 1	4.50	1048	4.29	7.00	1080	6.48	2.25	1048	2.15
RYOBIC 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	5.50	1048	5.25
GUILLOTINA 3	2.00	1048	1.91	2.50	1080	2.31	5.50	1048	5.25
HAMILTON 2	5.50	1048	5.25	25.50	1080	23.61	5.00	1048	4.77
TROQUEL HIDRAULICO	4.50	1048	4.29	4.00	1080	3.70	0.75	1048	0.72
REBOBINADORA LLORENS	2.00	1048	1.91	2.00	1080	1.85	2.50	1048	2.39
CONTOMETRO 4	1.00	1048	0.95	1.00	1080	0.93	0.42	1048	0.40
CONTOMETRO 2	0.00	1048	0.00	1.00	1080	0.93	0.42	1048	0.40
CONTOMETRO 5	0.00	1048	0.00	1.00	1080	0.93	0.42	1048	0.40
CONTOMETRO 1	1.00	1048	0.95	1.00	1080	0.93	0.42	1048	0.40
CONTOMETRO 6	0.00	1048	0.00	2.00	1080	1.85	0.42	1048	0.40
CONTOMETRO 7	1.00	1048	0.95	1.00	1080	0.93	0.42	1048	0.40
INTERCALADORA 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.33	1048	0.32
INTERCALADORA 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.33	1048	0.32

Tabla 6.14. Calculo de ICMP

MES	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
EQUIPO / DATOS	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP	HHMP	HTMN	ICMP
LENOX 1	224.00	1048	213.74	188.00	1080	174.07	146.00	1016	143.70	112.00	1080	103.70
LENOX 2	273.00	1048	260.50	180.00	1080	166.67	128.00	1016	125.98	112.00	1080	103.70
MOW CHAMPION	10.50	1048	10.02	26.80	1080	24.81	2.63	1016	2.58	7.80	1080	7.22
HAMILTON 1	6.00	1048	5.71	3.00	1080	2.78	3.00	1016	2.95	12.00	1080	11.11
97-H	23.30	1048	22.21	11.60	1080	10.74	15.20	1016	14.96	27.00	1080	25.00
29-C S	12.00	1048	11.45	24.60	1080	22.78	12.30	1016	12.11	9.30	1080	8.61
HALM	17.00	1048	16.22	0.83	1080	0.77	0.83	1016	0.82	0.83	1080	0.77
QUILLOTINA 1	5.50	1048	5.25	5.50	1080	5.09	5.50	1016	5.41	5.50	1080	5.09
CONVERTIDORA 2	17.00	1048	16.22	32.00	1080	29.03	10.00	1016	9.84	8.00	1080	7.41
CONVERTIDORA 1	16.00	1048	15.27	36.00	1080	33.33	9.00	1016	8.86	7.00	1080	6.48
FILE	1.00	1048	0.95	1.50	1080	1.39	6.00	1016	5.93	1.00	1080	0.93
PEMCOMATIC 1	8.00	1048	7.63	14.00	1080	12.96	7.00	1016	6.80	5.00	1080	4.63
PEMCOMATIC 2	8.00	1048	7.63	14.00	1080	12.96	6.00	1016	5.91	6.00	1080	5.56
BOLSA DE PAN 3	0.75	1048	0.72	3.75	1080	3.47	3.25	1016	3.20	1.75	1080	1.62
BOLSA DE PAN 1	0.75	1048	0.72	2.75	1080	2.55	0.75	1016	0.74	1.75	1080	1.62
RYOBIC 1	5.83	1048	5.57	1.00	1080	0.93	1.00	1016	0.98	0.83	1080	0.77
QUILLOTINA 3	5.50	1048	5.25	5.50	1080	5.06	5.50	1016	5.41	5.50	1080	5.06
HAMILTON 2	11.00	1048	10.50	28.50	1080	24.54	5.00	1016	4.92	11.00	1080	10.19
TROQUEL HIDRAULICO	3.25	1048	3.10	4.50	1080	4.17	3.00	1016	2.95	0.75	1080	0.69
REBOBINADORA LLORENS	2.50	1048	2.39	1.83	1080	1.70	2.50	1016	2.46	1.50	1080	1.39
CONTOMETRO 4	1.42	1048	1.35	0.42	1080	0.39	1.42	1016	1.39	0.42	1080	0.39
CONTOMETRO 2	1.42	1048	1.35	0.42	1080	0.39	1.42	1016	1.39	0.42	1080	0.39
CONTOMETRO 5	0.42	1048	0.40	0.42	1080	0.39	1.42	1016	1.39	0.42	1080	0.39
CONTOMETRO 1	1.42	1048	1.35	0.42	1080	0.39	1.42	1016	1.39	0.42	1080	0.39
CONTOMETRO 6	1.42	1048	1.35	0.42	1080	0.39	1.42	1016	1.39	0.42	1080	0.39
CONTOMETRO 7	1.42	1048	1.35	0.42	1080	0.39	1.42	1016	1.39	0.42	1080	0.39
INTERCALADORA 1	0.33	1048	0.32	0.33	1080	0.31	0.33	1016	0.31	0.33	1080	0.31
INTERCALADORA 2	0.33	1048	0.32	0.33	1080	0.31	0.33	1016	0.31	0.33	1080	0.31

Tabla 6.15. Calculo de ICMP

Teniendo los cálculos efectuados, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes ilustraciones.

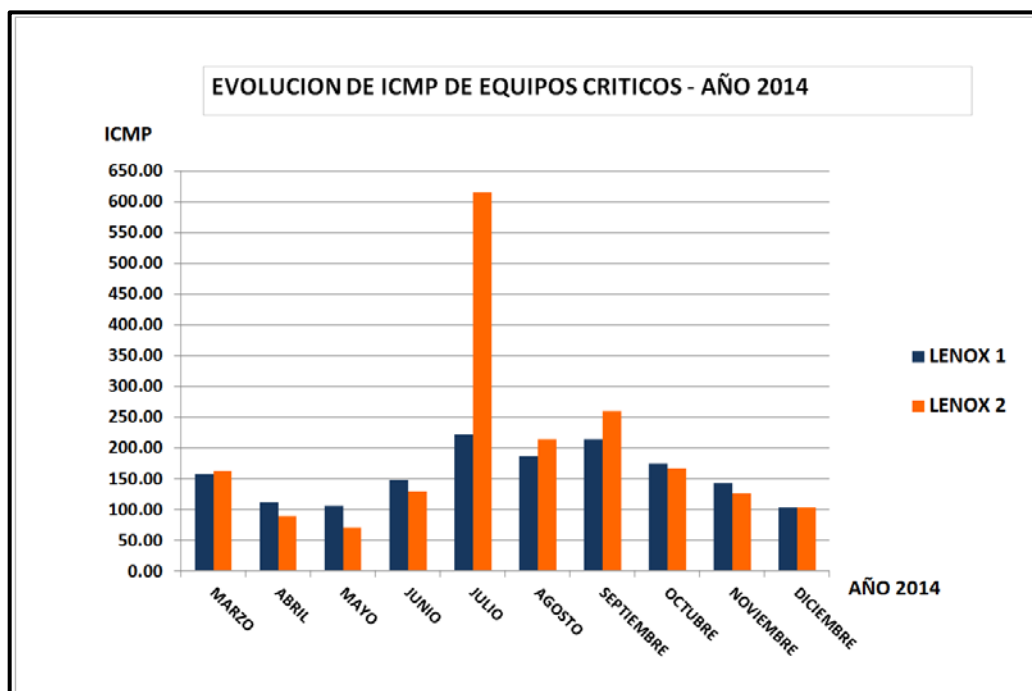


Figura 6.8. Evolución ICMP equipos críticos

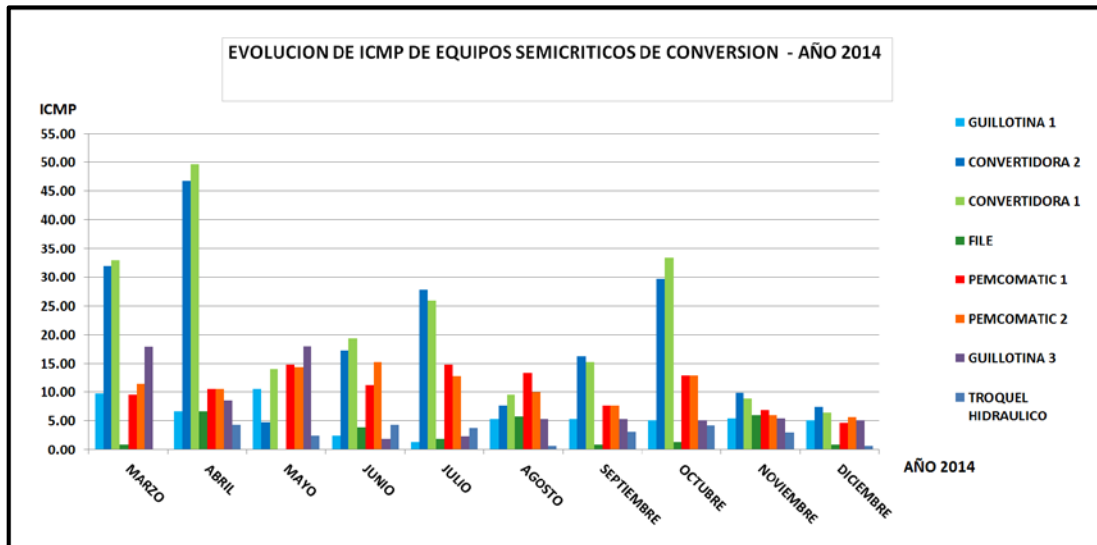


Figura 6.9. Evolución ICMP equipos semicriticos de conversión

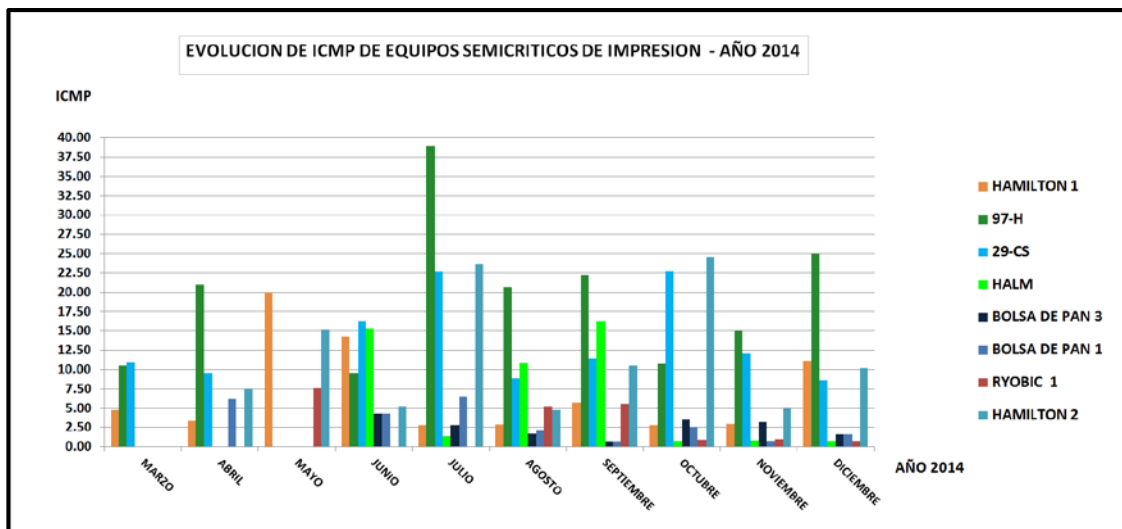


Figura 6.10. Evolución ICMP equipos semicriticos de impresión

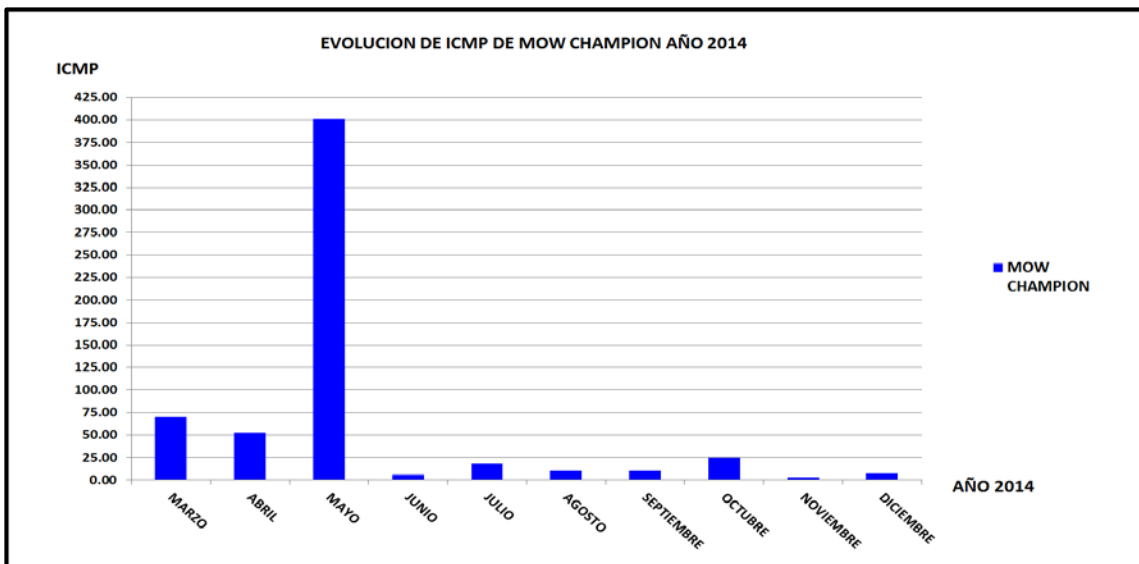


Figura 6.11. Evolución ICMP equipo impresora MOW Champion

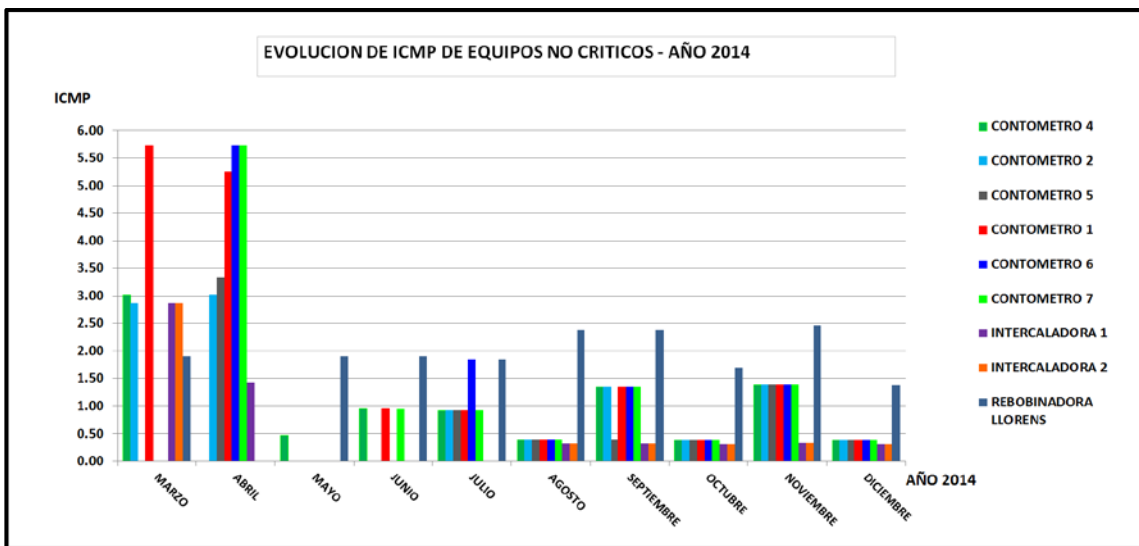


Figura 6.12. Evolución ICMP equipos no críticos

En los **equipos críticos**, durante el año 2014, observamos una cobertura de mano de obra preventiva entre **100-150 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. Esto se debe a que las maquinas son de alta prioridad, ya que implica el **50% de la producción total**.

Se puede observar, una cobertura de mantenimiento preventivo de **más de 600 horas-hombre** en la maquina **Lenox 2**. Esto se debe a que es la mejor máquina de la planta y presentaba una disminución en la calidad de sus productos.

En los **equipos semicríticos de conversión**, durante el año 2014, observamos una cobertura de mano de obra preventiva muy variable, que va entre **5-20 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. También se observan, picos relativamente altos de entre **30-50 horas-hombre** (maquinas **Convertidora 1 y 2**), esto es debido a su régimen de trabajo severo (6 cargas de bobinas).

En los **equipos semicríticos de impresión**, durante el año 2014, observamos una cobertura de mano de obra preventiva muy variable, que va entre **5-20 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. También se observan, picos de más de **35 horas-hombre** (dobladora **97-H**) y de más de **400 horas-hombre** (dobladora **MOW-CHAMPION**). Dichos valores se deben, a que se programaron paradas preventivas, en coordinación con producción, para elevar el rendimiento de las máquinas.

En los **equipos no críticos**, durante el año 2014, observamos una cobertura de mano de obra preventiva muy variable, que va entre **0.5-3.0 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. También se observan, picos de más de **5 horas-hombre** (Contómetros **1,6 y 7**). Dichos valores se deben, a que se programaron trabajos preventivos, en coordinación con producción, para generar diferentes productos.

6.2.2 Cálculo de ICMC

MES	MARZO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	ABRIL	MAYO	MAYO	MAYO
EQUIPO / DATOS	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC
LENOX 2	22.40	1048	21.37	24.40	1048	23.28	55.50	1048	52.96
LENOX 1	16.80	1048	16.03	27.60	1048	26.34	0.00	1048	0.00
MOW CHAMPION	24.52	1048	23.40	21.48	1048	20.50	0.00	1048	0.00
HAMILTON 1	17.00	1048	16.22	20.30	1048	19.37	262.30	1048	250.29
97-H	35.20	1048	33.59	11.20	1048	10.69	13.06	1048	12.46
29-CS	11.70	1048	11.16	18.09	1048	17.26	4.20	1048	4.01
HALM	24.26	1048	23.15	27.54	1048	26.28	8.40	1048	8.02
GUILLOTINA 1	20.54	1048	19.60	10.85	1048	10.35	0.81	1048	0.77
CONVERTIDORA 2	8.40	1048	8.02	19.60	1048	18.70	15.40	1048	14.69
CONVERTIDORA 1	3.22	1048	3.07	0.94	1048	0.90	0.70	1048	0.67
FILE	0.00	1048	0.00	9.80	1048	9.35	5.36	1048	5.11
PEMCOMATIC 1	12.50	1048	11.93	0.70	1048	0.67	0.00	1048	0.00
PEMCOMATIC 2	1.90	1048	1.81	0.70	1048	0.67	0.00	1048	0.00
BOLSA DE PAN 3	2.80	1048	2.67	19.60	1048	18.70	0.00	1048	0.00
BOLSA DE PAN 1	32.20	1048	30.73	8.40	1048	8.02	0.00	1048	0.00
RYOBIC 1	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00	0.70	1048	0.67
GUILLOTINA 3	1.78	1048	1.70	9.10	1048	8.68	8.75	1048	8.35
HAMILTON 2	18.88	1048	18.02	8.05	1048	7.68	0.70	1048	0.67
TROQUEL HIDRAULICO	0.70	1048	0.67	0.00	1048	0.00	1.40	1048	1.34
REBOBINADORA LLORENS	0.94	1048	0.90	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 4	3.50	1048	3.34	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 2	4.20	1048	4.01	4.44	1048	4.24	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 5	0.00	1048	0.00	0.59	1048	0.56	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 1	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00	8.89	1048	8.48
CONTOMETRO 6	0.00	1048	0.00	0.70	1048	0.67	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 7	0.00	1048	0.00	1.16	1048	1.11	0.00	1048	0.00
INTERCALADORA 1	1.05	1048	1.00	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00
INTERCALADORA 2	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00	0.00	1048	0.00

Tabla 6.16. Calculo de ICMC

MES	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	AGOSTO
EQUIPO / DATOS	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC
LENOX 2	13.30	1048	16.66	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
LENOX 1	32.77	1048	62.32	0.00	1080	0.00	14.00	1048	13.36
MOW CHAMPION	4.20	1048	9.01	15.05	1080	27.00	5.84	1048	13.00
HAMILTON 1	5.25	1048	5.01	2.10	1080	3.78	1.40	1048	3.80
97-H	3.50	1048	3.34	1.40	1080	1.30	3.00	1048	4.20
29-CS	23.80	1048	22.71	8.40	1080	7.78	0.00	1048	0.00
HALM	9.80	1048	18.70	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
GUILLOTINA 1	1.16	1048	1.11	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
CONVERTIDORA 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
CONVERTIDORA 1	3.26	1048	3.11	4.90	1080	4.54	0.00	1048	0.00
FILE	0.70	1048	0.67	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
PEMCOMATIC 1	2.80	1048	2.67	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
PEMCOMATIC 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.46	1048	2.33
BOLSA DE PAN 3	4.55	1048	4.34	4.20	1080	3.89	0.00	1048	0.00
BOLSA DE PAN 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
RYOBIC 1	7.70	1048	7.35	2.56	1080	2.37	0.00	1048	0.00
GUILLOTINA 3	7.70	1048	7.35	0.70	1080	0.65	0.00	1048	0.00
HAMILTON 2	12.60	1048	12.02	17.50	1080	16.20	2.10	1048	2.00
TROQUEL HIDRAULICO	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
REBOBINADORA LLORENS	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 4	2.80	1048	2.67	2.80	1080	2.59	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 5	2.45	1048	2.34	6.31	1080	5.84	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 6	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
CONTOMETRO 7	0.70	1048	0.67	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
INTERCALADORA 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00
INTERCALADORA 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1048	0.00

Tabla 6.17. Calculo de ICMC

MES	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
EQUIPO / DATOS	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC	HHMC	HTMN	ICMC
LENOX 2	0.00	1048	0.00	10.00	1080	9.26	7.00	1016	0.49	2.80	1080	2.59
LENOX 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	1.40	1016	0.14	4.20	1080	1.89
MOW CHAMPION	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
HAMILTON 1	5.56	1048	19.22	0.00	1080	0.00	6.08	1016	0.60	0.00	1080	0.00
97-H	0.00	1048	0.00	1.40	1080	1.30	0.00	1016	0.00	3.50	1080	1.24
29-CS	0.70	1048	1.30	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
HALM	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
GUILLOTINA 1	0.70	1048	1.30	1.40	1080	1.30	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONVERTIDORA 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONVERTIDORA 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	1.40	1016	0.42	0.00	1080	0.00
FILE	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
PEMCOMATIC 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
PEMCOMATIC 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
BOLSA DE PAN 3	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
BOLSA DE PAN 1	0.00	1048	0.00	0.70	1080	0.65	0.00	1016	0.00	1.40	1080	1.30
RYOBIC 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
GUILLOTINA 3	0.00	1048	0.00	2.80	1080	2.59	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
HAMILTON 2	0.00	1048	0.00	2.10	1080	1.94	0.46	1016	0.60	0.00	1080	0.00
TROQUEL HIDRAULICO	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
REBOBINADORA LLORENS	0.00	1048	0.00	3.32	1080	3.07	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONTOMETRO 4	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONTOMETRO 2	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONTOMETRO 6	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONTOMETRO 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONTOMETRO 6	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
CONTOMETRO 7	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
INTERCALADORA 1	0.00	1048	0.00	0.00	1080	0.00	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00
INTERCALADORA 2	0.00	1048	0.00	2.10	1080	1.94	0.00	1016	0.00	0.00	1080	0.00

Tabla 6.18. Calculo de ICMC

Teniendo los cálculos efectuados, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes figuras.

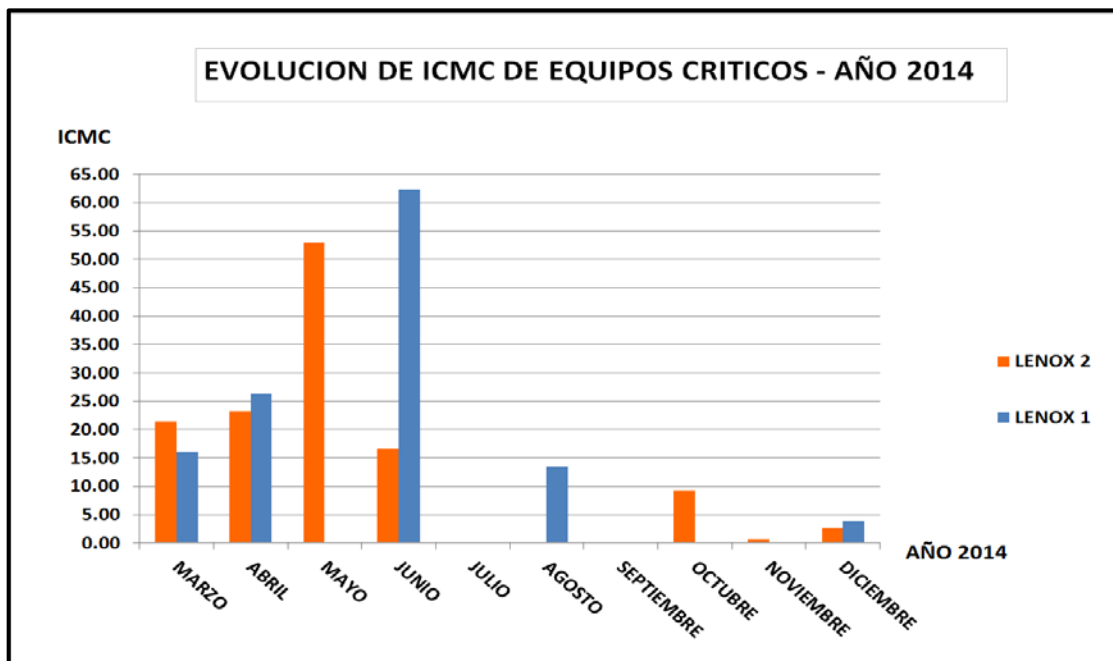


Figura 6.13. Evolución ICMC equipos críticos

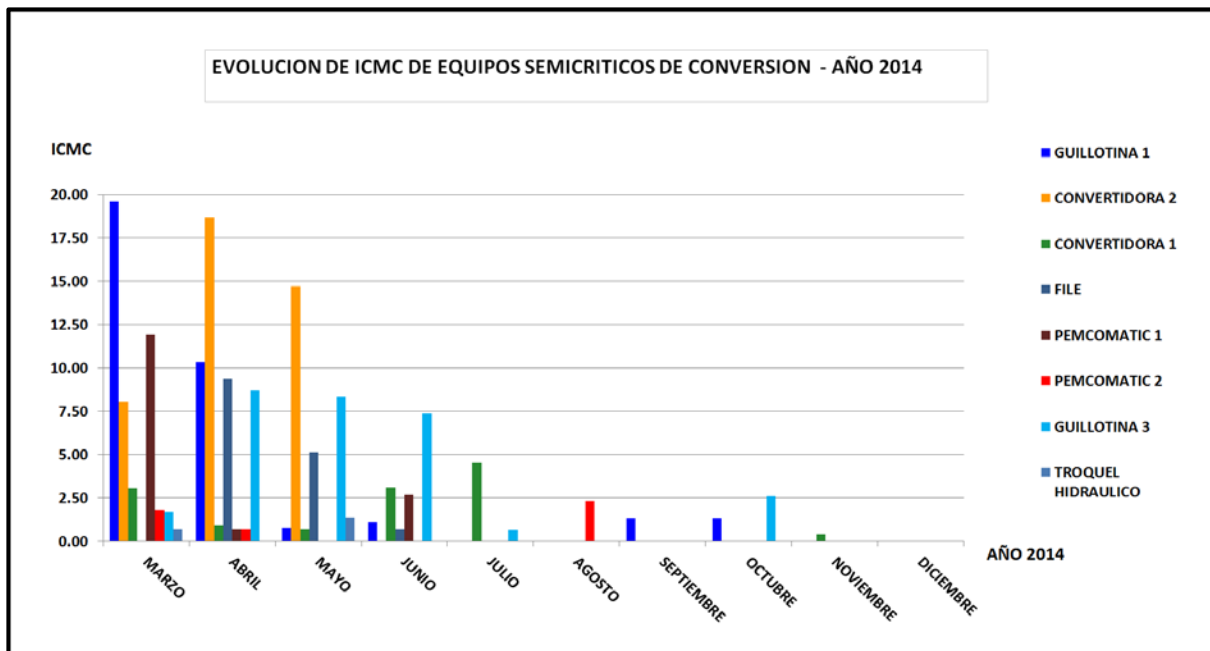


Figura 6.14. Evolución ICMC equipos semicriticos de conversión

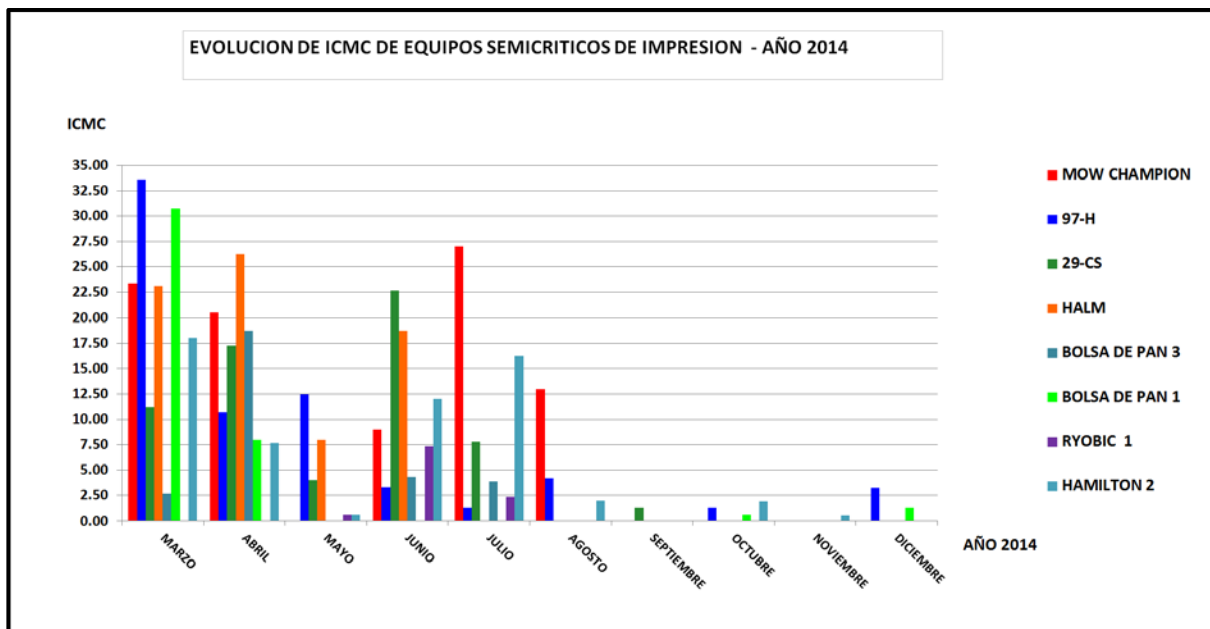


Figura 6.15. Evolución ICMC equipos semicriticos de impresión

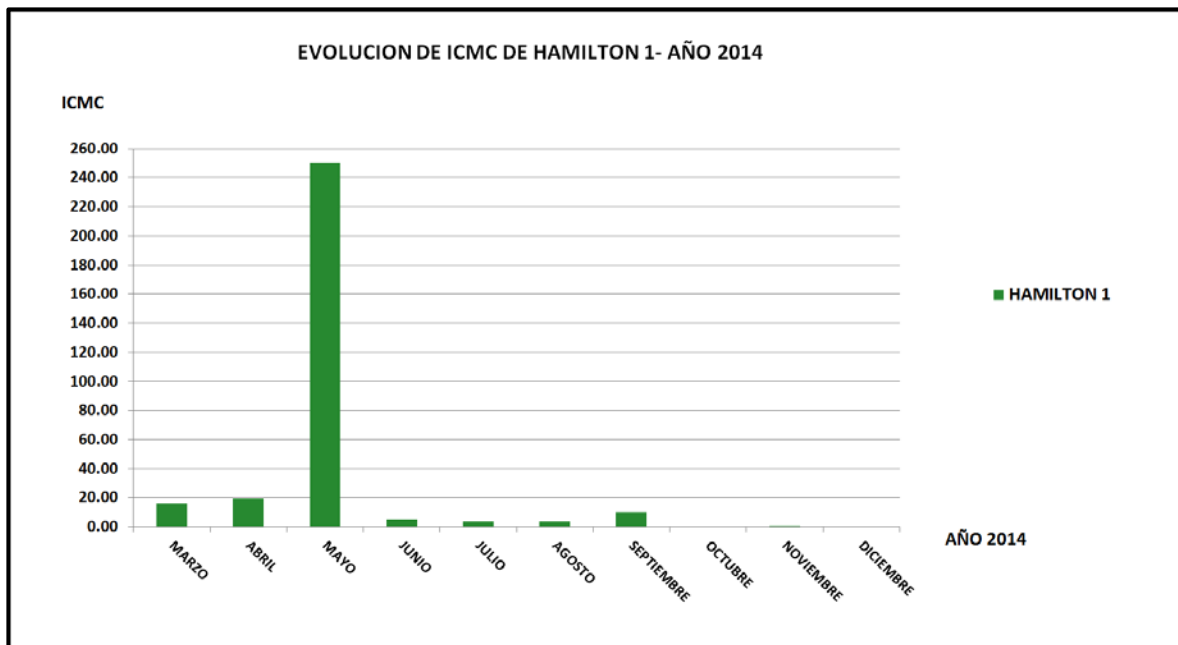


Figura 6.16. Evolución ICMC equipo impresora Hamilton 1

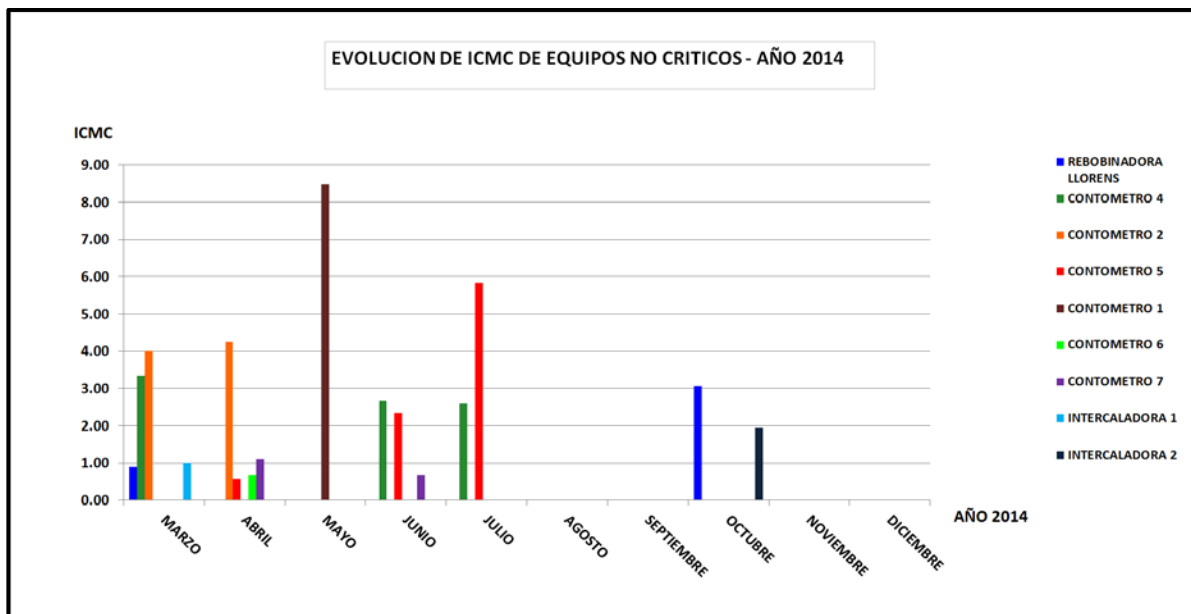


Figura 6.17. Evolución ICMC equipos no críticos

En los **equipos críticos**, durante el año 2014, observamos una tendencia decreciente de la cobertura de mano de obra correctiva estableciéndose en valores entre **5-20 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos semicríticos de conversión**, durante el año 2014, observamos una tendencia a mantener bajo los niveles de la cobertura de mano de obra correctiva que va entre **1-7 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos semicríticos de impresión**, durante el año 2014, observamos un descenso abrupto en los niveles de cobertura de mano de obra correctiva que va entre **10-25 horas-hombre** a valores menores a **3 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre.

En el caso de la impresora Hamilton 1, se llegó a valores de hasta **240 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. Esto se debió a la falta de mantenimiento. Sin embargo, se establecieron a valores de **20 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. Fue gracias a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos no críticos**, durante el año 2014, observamos el nivel de cobertura de mano de obra correctiva que va entre **1-8 horas-hombre** por cada 1000 horas-hombre. Esto se debe a la baja incidencia de fallas e impacto económico en la producción.

6.3 Control de gestión de trabajos

6.3.1. Cálculo de ICTP

MES	MARZO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	ABRIL	MAYO	MAYO	MAYO
EQUIPO / DATOS	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)
LENEX 2	16	32	50.00	27	35	77.14	15	28	53.57
LENEX 1	20	35	57.14	24	26	92.31	15	30	50.00
MOW CHAMPION	4	17	23.53	9	20	45.00	40	45	88.89
HAMILTON 1	1	5	20.00	2	9	22.22	7	7	100.00
97-H	1	8	12.50	2	5	40.00	2	2	100.00
29-CS	2	8	25.00	2	5	40.00	3	3	100.00
HALM	0	6	0.00	0	6	0.00	0	6	0.00
GUILLOTINA 1	6	10	60.00	3	4	75.00	5	8	62.50
CONVERTIDORA 2	7	10	70.00	6	10	60.00	2	2	100.00
CONVERTIDORA 1	9	12	75.00	9	12	75.00	7	9	77.78
FILE	1	5	20.00	2	5	40.00	0	3	0.00
PEMCOMATIC 1	2	13	15.38	8	13	61.54	11	13	84.62
PEMCOMATIC 2	2	7	28.57	8	12	66.67	9	12	75.00
BOLSA DE PAN 3	0	12	0.00	0	3	0.00	0	5	0.00
BOLSA DE PAN 1	0	13	0.00	2	2	100.00	0	5	0.00
RYOBIC 1	0	10	0.00	0	10	0.00	1	3	33.33
GUILLOTINA 3	8	15	53.33	4	4	100.00	12	17	70.59
HAMILTON 2	0	6	0.00	4	4	100.00	4	4	100.00
TROQUEL HIDRAULICO	0	4	0.00	2	2	100.00	1	3	33.33
REBOBINADORA LLORENS	1	1	100.00	0	2	0.00	1	1	100.00
CONTOMETRO 4	1	1	100.00	0	2	0.00	1	1	100.00
CONTOMETRO 2	2	4	50.00	0	2	0.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 5	0	2	0.00	1	1	100.00	0	2	0.00
CONTOMETRO 1	2	2	100.00	2	2	100.00	0	2	0.00
CONTOMETRO 6	0	4	0.00	1	1	100.00	0	2	0.00
CONTOMETRO 7	0	4	0.00	1	1	100.00	0	2	0.00
INTERCALADORA 1	1	1	100.00	1	1	100.00	0	2	0.00
INTERCALADORA 2	1	1	100.00	0	1	0.00	0	2	0.00

Tabla 6.19. Calculo de ICTP

MES	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	AGOSTO
EQUIPO / DATOS	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)
LENEX 2	11	20	55.00	27	30	90.00	16	18	88.89
LENEX 1	18	20	90.00	16	29	55.17	15	18	83.33
MOW CHAMPION	5	5	100.00	6	7	85.71	5	7	71.43
HAMILTON 1	6	6	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00
97-H	1	2	50.00	14	20	70.00	12	15	80.00
29-CS	5	5	100.00	10	20	50.00	9	12	75.00
HALM	4	8	50.00	1	3	33.33	5	7	71.43
GUILLOTINA 1	3	3	100.00	2	10	20.00	4	4	100.00
CONVERTIDORA 2	7	7	100.00	6	10	60.00	6	6	100.00
CONVERTIDORA 1	7	7	100.00	6	10	60.00	6	6	100.00
FILE	1	1	100.00	3	10	30.00	4	4	100.00
PEMCOMATIC 1	9	10	90.00	9	9	100.00	7	10	70.00
PEMCOMATIC 2	8	10	80.00	10	12	83.33	7	10	70.00
BOLSA DE PAN 3	1	1	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00
BOLSA DE PAN 1	1	1	100.00	1	1	100.00	4	4	100.00
RYOBIC 1	0	6	0.00	0	5	0.00	3	3	100.00
GUILLOTINA 3	2	2	100.00	3	3	100.00	4	4	100.00
HAMILTON 2	3	3	100.00	8	8	100.00	3	3	100.00
TROQUEL HIDRAULICO	1	2	50.00	3	3	100.00	2	2	100.00
REBOBINADORA LLORENS	1	1	100.00	1	1	100.00	3	3	100.00
CONTOMETRO 4	1	1	100.00	1	3	33.33	2	2	100.00
CONTOMETRO 2	0	2	0.00	0	3	0.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 5	0	2	0.00	1	1	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 1	1	1	100.00	1	1	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 6	1	1	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 7	0	2	0.00	2	2	100.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 1	0	1	0.00	0	1	0.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 2	0	1	0.00	0	1	0.00	2	2	100.00

Tabla 6.20. Calculo de ICTP

MES	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
EQUIPO / DATOS	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)	OTPE	OTPP	ICTP (%)
LENOX 2	18	20	90.00	14	16	87.50	17	20	85.00	16	18	88.89
LENOX 1	16	17	94.12	13	16	81.25	19	22	86.36	16	17	94.12
MOW CHAMPION	5	8	62.50	7	9	77.78	4	4	100.00	4	6	66.67
HAMILTON 1	4	4	100.00	3	5	60.00	3	6	50.00	4	5	80.00
97-H	12	15	80.00	11	12	91.67	11	14	78.57	12	15	80.00
28-CS	11	15	73.33	13	15	86.67	11	13	84.62	10	15	66.67
HALM	4	5	80.00	2	3	66.67	2	3	66.67	2	3	66.67
GUILLITINA 1	4	4	100.00	4	6	66.67	4	6	66.67	4	6	66.67
CONVERTIDORA 2	6	8	75.00	8	10	80.00	6	6	100.00	6	7	85.71
CONVERTIDORA 1	6	8	75.00	9	10	90.00	6	6	100.00	6	8	75.00
FILE	2	4	50.00	3	3	100.00	4	6	66.67	2	3	66.67
PEMCOMATIC 1	9	10	90.00	7	10	70.00	7	10	70.00	3	4	75.00
PEMCOMATIC 2	8	10	80.00	7	10	70.00	5	10	50.00	5	8	62.50
BOLSA DE PAN 3	2	3	66.67	5	7	71.43	4	6	66.67	3	5	60.00
BOLSA DE PAN 1	2	3	66.67	4	6	66.67	2	4	50.00	3	5	60.00
RYOBIC 1	4	5	80.00	2	2	100.00	2	4	50.00	2	2	100.00
GUILLITINA 3	4	4	100.00	4	4	100.00	4	4	100.00	4	5	80.00
HAMILTON 2	4	5	80.00	9	12	75.00	3	4	75.00	4	4	100.00
TROQUEL HIDRAULICO	3	3	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00
REBOBINADORA LLORENS	3	3	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00
CONTOMETRO 4	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 2	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 6	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 1	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 6	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 7	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 1	2	2	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 2	2	2	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00

Tabla 6.21. Calculo de ICTP

Teniendo los cálculos efectuados, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes figuras.

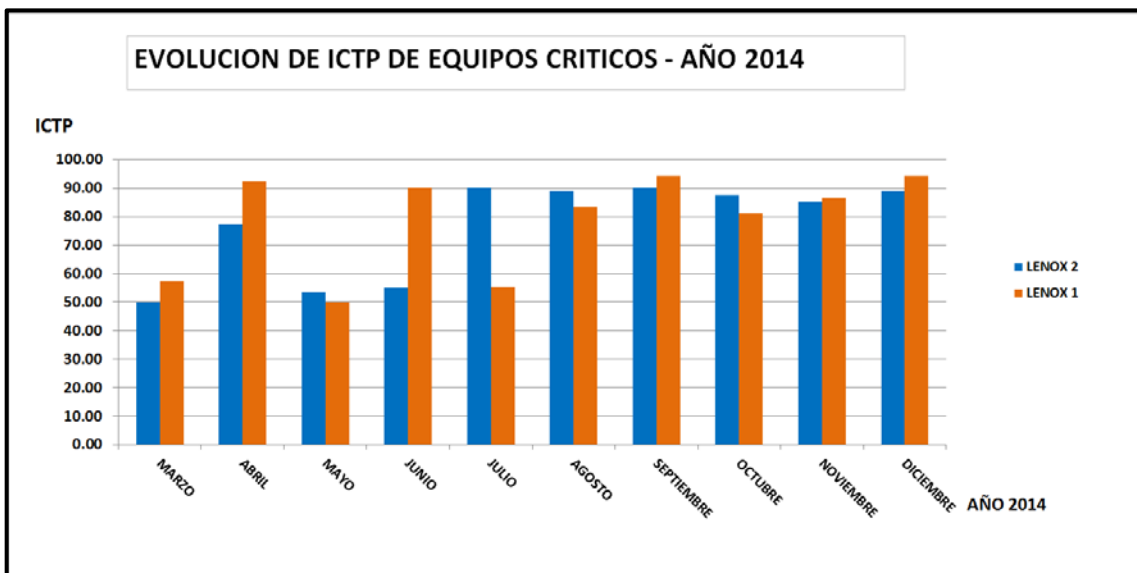


Figura 6.18. Evolución ICTP equipos críticos

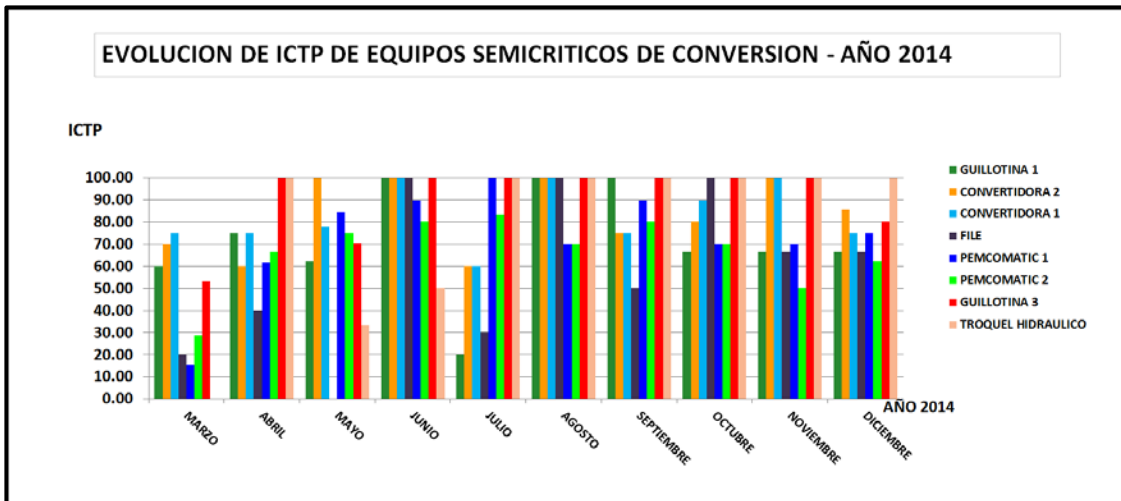


Figura 6.19. Evolución ICTP equipos semicríticos de conversión

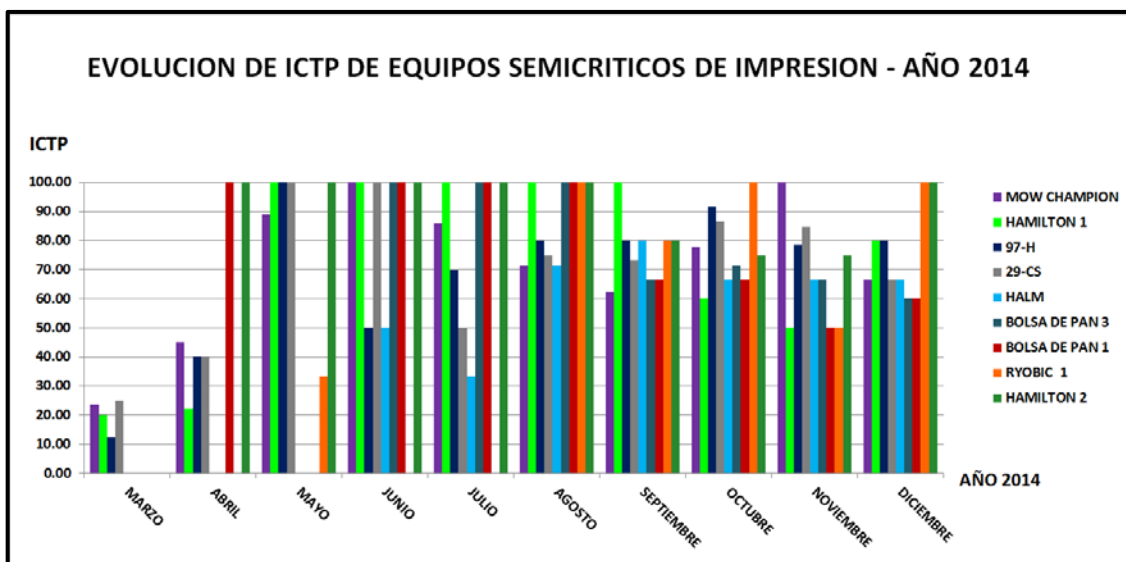


Figura 6.20. Evolución ICTP equipos semicríticos de impresión

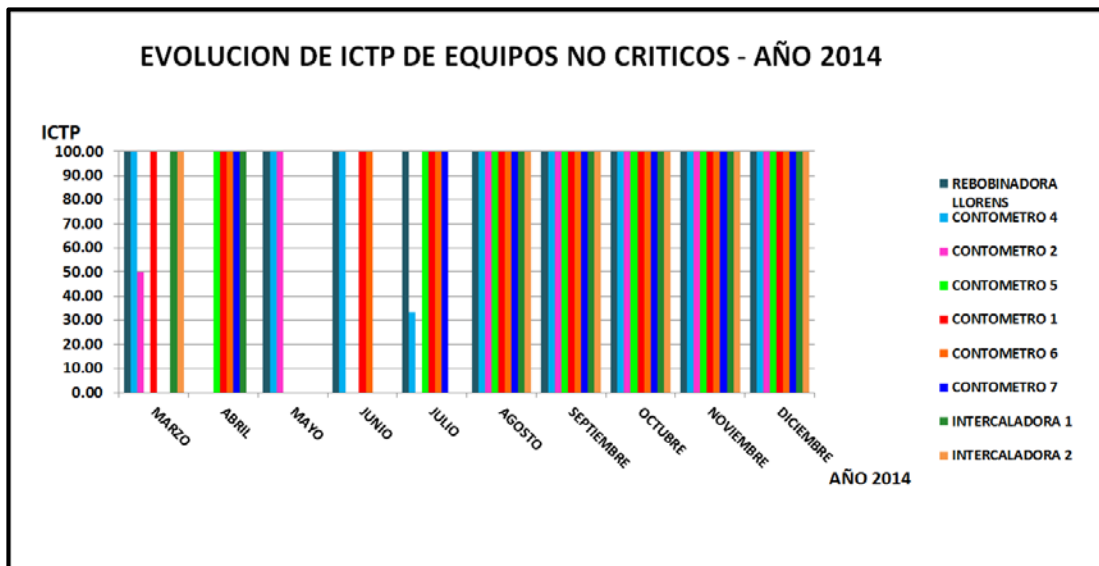


Figura 6.21. Evolución ICTP equipos no críticos

Podemos observar que conforme transcurre el año 2014, observamos un nivel de cumplimiento de los trabajos preventivos del 100%. en casi todos los equipos. Esto se debe a una correcta gestión del manteniendo (planificación y control). Es por medio de las órdenes de trabajo, por la cual podemos definir los problemas y solucionarlos, tratando en la medida de que no sean recurrentes, siempre teniendo en cuenta el nivel de criticidad de los equipos.

6.3.2. Cálculo de ICPR

MES	MARZO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	ABRIL	MAYO	MAYO	MAYO
EQUIPO / DATOS	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)
LENEX 2	22	40	55.00	37	49	75.51	21	36	58.33
LENEX 1	27	44	61.36	32	36	88.89	19	39	48.72
MOW CHAMPION	13	28	46.43	17	32	53.13	42	47	89.36
HAMILTON 1	6	12	50.00	13	23	56.52	24	27	88.89
97-H	10	21	47.62	4	9	44.44	6	6	100.00
29-CS	4	11	36.36	9	15	60.00	4	5	80.00
HALM	4	12	33.33	8	16	50.00	2	10	20.00
GUILLOTINA 1	16	24	66.67	10	11	90.91	6	9	66.67
CONVERTIDORA 2	8	14	57.14	14	22	63.64	5	7	71.43
CONVERTIDORA 1	11	16	68.75	10	13	76.92	10	13	76.92
FILE	2	8	25.00	3	6	50.00	1	4	25.00
PEMCOMATIC 1	8	21	38.10	12	21	57.14	11	13	84.62
PEMCOMATIC 2	3	9	33.33	9	14	64.29	9	12	75.00
BOLSA DE PAN 3	1	16	6.25	2	7	28.57	2	9	22.22
BOLSA DE PAN 1	3	16	18.75	3	3	100.00	0	5	0.00
RYOBIC 1	0	10	0.00	0	10	0.00	3	6	50.00
GUILLOTINA 3	8	15	53.33	6	10	60.00	15	22	68.18
HAMILTON 2	5	19	26.32	8	14	57.14	8	10	80.00
TROQUEL HIDRAULICO	1	5	20.00	2	2	100.00	2	5	40.00
REBOBINADORA LLORENS	2	2	100.00	0	2	0.00	1	1	100.00
CONTOMETRO 4	3	4	75.00	1	4	25.00	1	1	100.00
CONTOMETRO 2	2	4	50.00	1	3	33.33	2	2	100.00
CONTOMETRO 5	0	2	0.00	2	2	100.00	0	2	0.00
CONTOMETRO 1	2	2	100.00	2	2	100.00	3	5	60.00
CONTOMETRO 6	0	4	0.00	2	2	100.00	0	2	0.00
CONTOMETRO 7	0	4	0.00	2	3	66.67	0	2	0.00
INTERCALADORA 1	3	3	100.00	1	1	100.00	0	2	0.00
INTERCALADORA 2	1	1	100.00	0	1	0.00	0	2	0.00

Tabla 6.22. Calculo de ICPR

MES	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	AGOSTO
EQUIPO / DATOS	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)
LENEX 2	16	27	59.26	31	34	91.18	20	22	90.91
LENEX 1	23	28	82.14	21	34	61.76	20	23	86.96
MOW CHAMPION	7	9	77.78	8	11	72.73	7	9	77.78
HAMILTON 1	8	8	100.00	5	5	100.00	4	4	100.00
97-H	3	7	42.86	15	21	71.43	13	16	81.25
29-CS	10	15	66.67	12	22	54.55	9	12	75.00
HALM	7	11	63.64	1	3	33.33	5	7	71.43
GUILLOTINA 1	4	4	100.00	2	10	20.00	4	4	100.00
CONVERTIDORA 2	8	8	100.00	7	12	58.33	6	6	100.00
CONVERTIDORA 1	9	9	100.00	7	12	58.33	6	6	100.00
FILE	2	2	100.00	3	10	30.00	4	4	100.00
PEMCOMATIC 1	9	10	90.00	9	9	100.00	7	10	70.00
PEMCOMATIC 2	9	11	81.82	10	12	83.33	9	12	75.00
BOLSA DE PAN 3	3	6	50.00	3	3	100.00	3	3	100.00
BOLSA DE PAN 1	1	1	100.00	1	1	100.00	4	4	100.00
RYOBIC 1	1	8	12.50	2	7	28.57	3	3	100.00
GUILLOTINA 3	3	5	60.00	4	4	100.00	4	4	100.00
HAMILTON 2	3	3	100.00	11	14	78.57	4	4	100.00
TROQUEL HIDRAULICO	1	2	50.00	3	3	100.00	2	2	100.00
REBOBINADORA LLORENS	1	1	100.00	1	1	100.00	3	3	100.00
CONTOMETRO 4	4	4	100.00	2	4	50.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 2	1	3	33.33	0	3	0.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 5	1	3	33.33	4	4	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 1	1	1	100.00	1	1	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 6	1	1	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 7	1	3	33.33	2	2	100.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 1	0	1	0.00	1	2	50.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 2	0	1	0.00	0	1	0.00	2	2	100.00

Tabla 6.23. Calculo de ICPR

MES	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
EQUIPO / DATOS	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)	OTEX	OTPG	ICPR (%)
LENOX 2	24	27	88.89	22	25	88.00	18	21	85.71	17	19	85.47
LENOX 1	20	22	90.91	17	20	85.00	20	23	86.96	18	19	94.74
MOW CHAMPION	5	8	62.50	7	9	77.78	4	4	100.00	4	6	66.67
HAMILTON 1	5	5	100.00	3	5	60.00	4	6	66.67	4	5	80.00
97-H	13	16	81.25	11	12	91.67	11	14	78.57	13	16	81.25
29-CS	11	15	73.33	14	18	77.78	11	13	84.62	10	15	66.67
HALM	4	5	80.00	2	3	66.67	2	3	66.67	2	3	66.67
GUILLOTINA 1	5	5	100.00	5	9	55.56	4	6	66.67	4	6	66.67
CONVERTIDORA 2	6	8	75.00	9	11	81.82	6	6	100.00	7	8	87.50
CONVERTIDORA 1	7	9	77.78	9	10	90.00	7	7	100.00	7	9	77.78
FILE	2	4	50.00	3	3	100.00	4	6	66.67	2	3	66.67
PEMCOMATIC 1	9	10	90.00	7	10	70.00	7	10	70.00	3	4	75.00
PEMCOMATIC 2	8	10	80.00	7	10	70.00	5	10	50.00	5	8	62.50
BOLSA DE PAN 3	2	3	66.67	5	7	71.43	4	6	66.67	3	5	60.00
BOLSA DE PAN 1	2	3	66.67	5	9	55.56	2	4	50.00	4	5	80.00
RYOBIC 1	4	5	80.00	2	2	100.00	2	4	50.00	2	2	100.00
GUILLOTINA 3	4	4	100.00	6	8	75.00	4	4	100.00	4	5	80.00
HAMILTON 2	4	5	80.00	10	14	71.43	4	5	80.00	4	4	100.00
TROQUEL HIDRAULICO	3	3	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00	3	3	100.00
REBOBINADORA LLORENS	3	3	100.00	4	4	100.00	5	5	100.00	3	3	100.00
CONTOMETRO 4	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 2	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 5	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 1	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 6	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
CONTOMETRO 7	3	3	100.00	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 1	2	2	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00
INTERCALADORA 2	2	2	100.00	3	3	100.00	2	2	100.00	2	2	100.00

Tabla 6.24 Calculo de ICPR

Teniendo los cálculos efectuados, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes figuras.

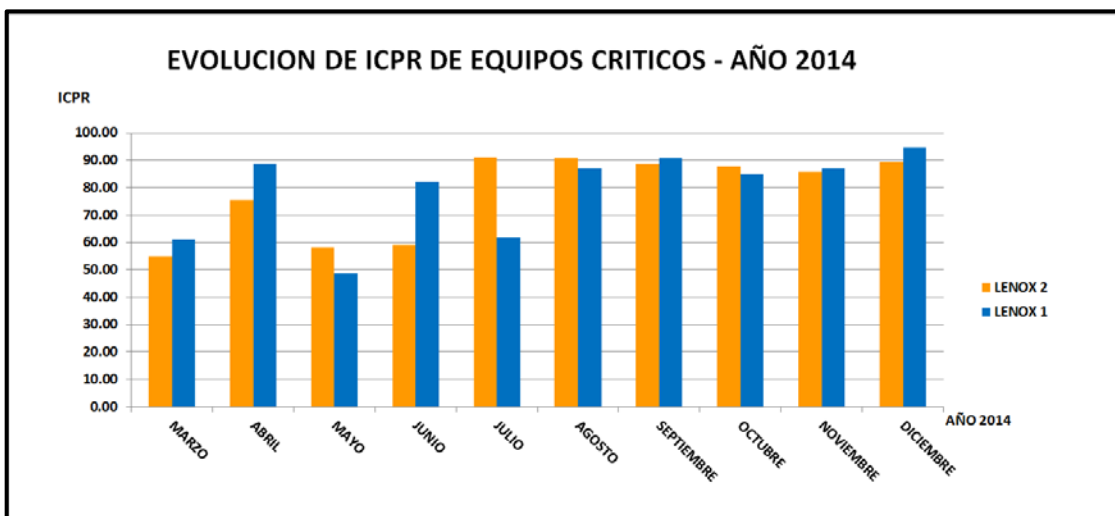


Figura 6.22. Evolución ICPR equipos críticos

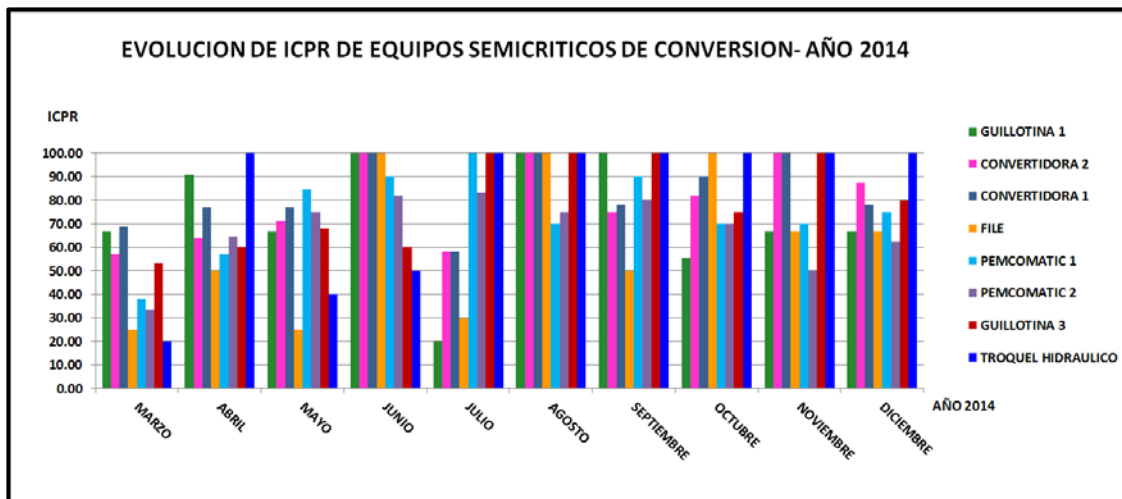


Figura 6.23. Evolución ICPR equipos semicriticos de conversión

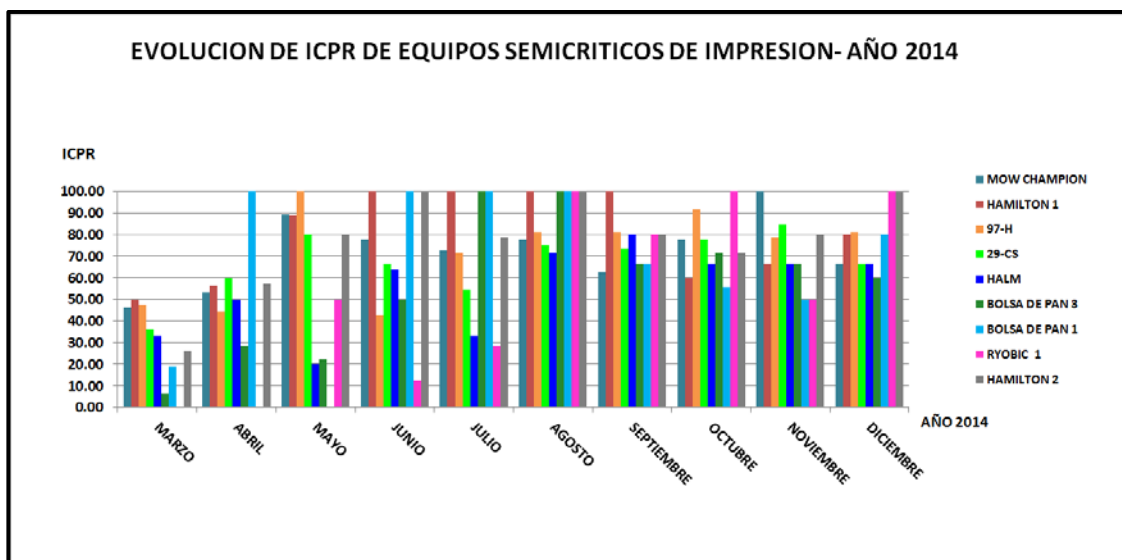


Figura 6.24. Evolución ICPR equipos semicriticos de impresión

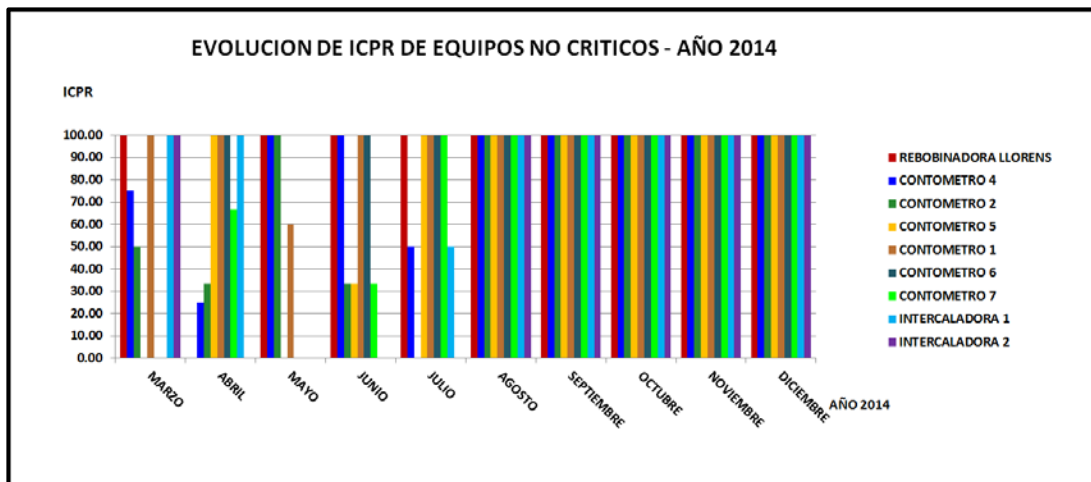


Figura 6.25. Evolución ICPR equipos no críticos

Podemos observar que conforme transcurre el año 2014, observamos un nivel de cumplimiento de los trabajos programados del 100%. en casi todos los equipos. Esto se debe a una correcta gestión del manteniendo (planificación y control). Es por medio de las órdenes de trabajo, por la cual podemos definir los problemas y solucionarlos, tratando en la medida de que no sean recurrentes, siempre teniendo en cuenta el nivel de criticidad de los equipos.

6.4 Control de gestión de costos

6.4.1. Análisis de costos

En el control de los costos del mantenimiento, es imprescindible diferenciar los tipos de costos y su naturaleza. Tenemos la siguiente clasificación de costos acorde al manejo del departamento de mantenimiento y producción, estos son los siguientes:

- **Costos directos (CDM):** Estos comprenden los costos de mano de obra, costos de materiales-repuestos y costos de servicios generales.

- **Costos de mano de obra (CMO):** Se determina con el número de horas-hombre por horas trabajadas de mantenimiento :

$$CMO = HR - HB \times TMN \text{ Fórmula 6.5.}$$

- **Costos de materiales –repuestos (CMAT):** Se determina con el importe del costo a pagar según sea compras o servicios.
- **Costos de servicios generales (CSG):** Se determina por el consumo de agua y energía eléctrica:

$$CSG = CAG + CEE \text{ Fórmula 6.6.}$$

Siendo el consumo de agua calculado como los m³ consumidos por un factor de conversión, establecido por la empresa y la compañía que ofrece el servicio:

$$CAG = MCC \times FAG \text{ Fórmula 6.7.}$$

Y el consumo de energía eléctrica está dado por la potencia consumida real en KW por un factor de conversión, establecido por la empresa y la compañía que ofrece el servicio:

$$CEE = PCR \times FEG \text{ Fórmula 6.8.}$$

Los valores técnicos de los equipos y sus factores de conversión están en el anexo.

- **Costos indirectos (CIM):** Dada su dificultad para determinarse, por política de la empresa estima un 20% de los costos totales del mantenimiento
- **Costos por tiempos perdidos (CTP):** Estos comprenden los costos de pérdidas por calidad del producto y de falla.
 - **Costos de pérdidas por calidad (CQ):** Son los costos generados por la baja calidad de los productos. Su relación indirecta y directa al mantenimiento, hace difícil su determinación, por lo que se considera en los costos indirectos.
 - **Costos de falla (CF):** Se determina con las horas que esta parada la maquina por fallas (HR-PARADA) y el costo de producción por hora perdida (CPX/HR):

$$CF = HR - PARADA \times CPX/HR \text{ Fórmula 6.9.}$$

- **Costos generales (CSG):** Son inherentes al mantenimiento, pero pertenecen a costos administrativos de la empresa, por lo tanto no se toma en cuenta.

Teniendo todos los costos, tenemos el costo total de mantenimiento, dada por las siguientes expresiones:

$$CTMN = CDM + CIM + CTP \text{ Fórmula 6.10.}$$

$$CTMN = CMO + CMAT + CSG + CIM + CF \text{ Fórmula 6.11.}$$

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento por máquina y tipo de mantenimiento. Estos datos son necesarios para determinar el costo total de mantenimiento, su comportamiento en el tiempo y sus indicadores económico

- Costos totales mano de obra (preventivos y correctivos)

EQUIPO/ S/.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LENOX 1	S/. 234.93	S/. 462.38	S/. 1,510.23	S/. 1,198.69	S/. 932.96	S/. 1,564.12	S/. 1,999.20	S/. 1,749.30	S/. 1,865.92	S/. 1,566.04	S/. 1,227.84	S/. 967.95
LENOX 2	S/. 251.59	S/. 499.90	S/. 1,604.36	S/. 1,012.10	S/. 1,078.74	S/. 1,250.33	S/. 5,526.96	S/. 1,865.92	S/. 2,274.09	S/. 1,582.70	S/. 1,124.55	S/. 956.28
PEMCOMATIC 1	S/. -	S/. -	S/. 187.43	S/. 97.46	S/. 129.12	S/. 121.20	S/. 133.28	S/. 116.62	S/. 66.64	S/. 116.62	S/. 58.31	S/. 41.65
PEMCOMATIC 2	S/. -	S/. -	S/. 115.79	S/. 97.46	S/. 124.95	S/. 133.28	S/. 115.23	S/. 91.31	S/. 66.64	S/. 116.62	S/. 49.98	S/. 49.98
GUILLOTINA 1	S/. 61.11	S/. 58.33	S/. 256.48	S/. 148.69	S/. 98.38	S/. 30.50	S/. 12.50	S/. 45.82	S/. 51.65	S/. 57.48	S/. 45.82	S/. 45.82
GUILLOTINA 3	S/. -	S/. 100.00	S/. 185.34	S/. 150.77	S/. 229.77	S/. 80.80	S/. 26.66	S/. 45.82	S/. 45.82	S/. 69.14	S/. 45.82	S/. 45.82
CONVERTIDORA 1	S/. 75.00	S/. -	S/. 314.21	S/. 440.99	S/. 128.70	S/. 196.60	S/. 274.06	S/. 83.30	S/. 133.28	S/. 299.88	S/. 86.63	S/. 58.31
CONVERTIDORA 2	S/. 58.33	S/. -	S/. 349.03	S/. 571.44	S/. 169.93	S/. 149.94	S/. 249.90	S/. 66.64	S/. 141.61	S/. 266.56	S/. 83.30	S/. 66.64
HAMILTON 1	S/. 100.00	S/. 433.33	S/. 183.26	S/. 198.25	S/. 2,359.89	S/. 168.68	S/. 42.48	S/. 36.65	S/. 94.63	S/. 24.99	S/. 75.60	S/. 99.96
HAMILTON 2	S/. 55.49	S/. -	S/. 157.27	S/. 133.00	S/. 137.72	S/. 150.77	S/. 358.19	S/. 59.14	S/. 91.63	S/. 238.24	S/. 45.50	S/. 91.63
MOW-CHAMPION	S/. 169.50	S/. 205.00	S/. 812.34	S/. 635.41	S/. 5,249.82	S/. 84.97	S/. 287.80	S/. 136.10	S/. 87.47	S/. 223.24	S/. 21.91	S/. 64.97
FILE	S/. 122.22	S/. 59.17	S/. 8.33	S/. 139.94	S/. 44.65	S/. 39.15	S/. 16.66	S/. 49.98	S/. 8.33	S/. 12.50	S/. 49.98	S/. 8.33
CS-29	S/. 50.00	S/. 66.67	S/. 144.11	S/. 233.99	S/. 34.99	S/. 339.86	S/. 274.06	S/. 77.47	S/. 105.79	S/. 204.92	S/. 102.46	S/. 77.47
97-H	S/. 33.33	S/. 83.33	S/. 384.85	S/. 276.56	S/. 108.79	S/. 112.46	S/. 362.36	S/. 204.92	S/. 194.09	S/. 108.29	S/. 126.62	S/. 254.07
BOLSA DE PAN 1	S/. -	S/. -	S/. 268.23	S/. 124.12	S/. -	S/. 37.49	S/. 58.31	S/. 18.74	S/. 6.25	S/. 28.74	S/. 6.25	S/. 26.24
BOLSA DE PAN 3	S/. -	S/. -	S/. 23.32	S/. 163.27	S/. -	S/. 75.39	S/. 59.98	S/. 14.58	S/. 6.25	S/. 31.24	S/. 27.07	S/. 14.58
TROQUEL HIDRAULIC	S/. 66.67	S/. -	S/. 5.83	S/. 37.49	S/. 32.49	S/. 37.49	S/. 33.32	S/. 6.25	S/. 27.07	S/. 37.49	S/. 24.99	S/. 6.25
HALM	S/. -	S/. 75.00	S/. 202.09	S/. 229.41	S/. 69.97	S/. 214.91	S/. 12.50	S/. 94.41	S/. 141.61	S/. 6.94	S/. 6.94	S/. 6.94
RYOBIC 1	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 72.47	S/. 64.14	S/. 21.34	S/. 45.82	S/. 48.59	S/. 8.33	S/. 8.33	S/. 6.94
REBOBINADORA LLOF	S/. -	S/. 16.66	S/. 24.49	S/. -	S/. 16.66	S/. 16.66	S/. 16.66	S/. 20.83	S/. 20.83	S/. 42.93	S/. 20.83	S/. 12.50
CONTOMETRO 1	S/. -	S/. -	S/. 49.98	S/. 45.82	S/. 74.05	S/. 8.33	S/. 8.33	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47
CONTOMETRO 2	S/. -	S/. -	S/. 59.98	S/. 63.36	S/. -	S/. -	S/. 8.33	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47
CONTOMETRO 4	S/. -	S/. -	S/. 55.53	S/. -	S/. 4.17	S/. 31.65	S/. 31.65	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47
CONTOMETRO 5	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 34.07	S/. -	S/. 20.41	S/. 60.89	S/. 3.47	S/. 3.47	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47
CONTOMETRO 6	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 55.81	S/. -	S/. -	S/. 16.66	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47
CONTOMETRO 7	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 59.64	S/. -	S/. 14.16	S/. 8.33	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47	S/. 11.80	S/. 3.47
INTERCALADORA 1	S/. -	S/. -	S/. 33.74	S/. 12.50	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 2.78	S/. 2.78	S/. 2.78	S/. 2.78	S/. 2.78
INTERCALADORA 2	S/. -	S/. 4.17	S/. 24.99	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 2.78	S/. 2.78	S/. 20.27	S/. 2.78	S/. 2.78

Tabla 6.27. Costos Totales de mano de obra

- Costos materiales y repuestos totales (preventivos y correctivos)

EQUIPO/ S/.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LENOX 1	S/. 2,852.23	S/. 4,157.10	S/. 3,867.94	S/. 5,340.62	S/. 3,644.86	S/. 1,559.69	S/. 3,028.22	S/. 1,534.54	S/. 2,199.84	S/. 3,082.80	S/. 1,855.36	S/. 1,897.60
LENOX 2	S/. 3,042.24	S/. 2,029.88	S/. 2,315.40	S/. 2,986.41	S/. 2,601.62	S/. 1,674.74	S/. 4,673.38	S/. 1,135.04	S/. 1,253.12	S/. 2,380.58	S/. 1,135.04	S/. 1,437.12
PEMCOMATIC 1	S/. 129.80	S/. 199.80	S/. 213.00	S/. 1,000.60	S/. 418.10	S/. 139.24	S/. 330.40	S/. 129.80	S/. 199.80	S/. 199.80	S/. 199.80	S/. 199.80
PEMCOMATIC 2	S/. 168.80	S/. 199.80	S/. 199.80	S/. 269.80	S/. 279.80	S/.	S/. 140.00	S/. 199.80	S/. 199.80	S/. 199.80	S/. 199.80	S/. 199.80
GUILLOTINA 1	S/. 538.08	S/. 500.48	S/. 360.48	S/. 2,868.88	S/. 340.08	S/.	S/. 325.68	S/. 290.42	S/. 200.60	S/. 200.60	S/. 160.48	S/. 160.48
GUILLOTINA 3	S/. 320.96	S/. 320.96	S/. 415.36	S/. 415.36	S/. 814.76	S/. 124.30	S/. 746.00	S/. 341.02	S/. 320.96	S/. 320.96	S/. 341.02	S/. 470.96
CONVERTIDORA 1	S/. 463.50	S/. 86.00	S/. 536.20	S/. 4,062.43	S/. 483.80	S/. 449.60	S/. 497.66	S/.	S/. 802.40	S/. 1,134.86	S/. 692.13	S/.
CONVERTIDORA 2	S/. 157.40	S/. 171.54	S/. 383.20	S/. 3,757.12	S/. 18,122.05	S/. 100.00	S/. 303.26	S/.	S/. 472.00	S/. 1,234.86	S/. 184.32	S/.
HAMILTON 1	S/. 93.00	S/.	S/. 1,126.40	S/. 1,405.80	S/. 14,421.76	S/. 575.91	S/. 1,378.31	S/. 136.00	S/.	S/.	S/. 259.60	S/.
HAMILTON 2	S/. 210.80	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 794.87	S/. 2,566.29	S/.	S/.	S/. 2,611.84	S/.	S/.
MOW-CHAMPION	S/. 1,050.05	S/. 94.40	S/. 1,564.76	S/. 3,114.60	S/. 9,862.61	S/. 4,707.37	S/. 2,221.93	S/. 213.20	S/. 153.10	S/. 343.23	S/.	S/. 1,058.20
FILE	S/. 1,139.76	S/. 336.30	S/. 30.00	S/. 234.17	S/. 2,337.55	S/. 141.60	S/. 227.40	S/. 15.00	S/.	S/. 279.32	S/. 15.00	S/. 303.26
CS-29	S/. 162.00	S/. 325.96	S/. 330.40	S/. 1,319.84	S/. 733.86	S/. 3,062.81	S/. 1,948.32	S/. 159.72	S/. 911.89	S/. 645.31	S/. 225.29	S/.
97-H	S/. 54.00	S/.	S/. 360.97	S/. 165.20	S/. 520.00	S/. 1,757.42	S/. 4,950.60	S/. 829.60	S/. 922.60	S/.	S/. 822.70	S/. 188.80
BOLSA DE PAN 1	S/.	S/. 9.60	S/.	S/. 1,021.32	S/.	S/.	S/.	S/. 94.40	S/.	S/. 239.58	S/. 448.98	S/.
BOLSA DE PAN 3	S/.	S/.	S/. 531.20	S/. 991.74	S/. 637.80	S/. 631.30	S/. 134.99	S/.	S/.	S/. 94.40	S/. 400.79	S/.
TROQUEL HIDRAULIC	S/. 123.73	S/. 253.70	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 563.00	S/. 8.00	S/. 2,297.01	S/.	S/.	S/. 300.00	S/.	S/.
HALM	S/.	S/.	S/. 182.71	S/. 1,344.17	S/. 188.80	S/. 2,718.91	S/. 70.80	S/.	S/. 60.00	S/. 674.96	S/.	S/.
RYOBIC 1	S/. 122.72	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 354.00	S/. 3,555.20	S/.	S/. 1,424.93	S/.	S/.	S/.
REBOBINADORA LLOF	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 20.00	S/.	S/. 247.76	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 247.76
CONTOMETRO 1	S/. 70.80	S/.	S/. 814.20	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 132.16	S/.	S/.
CONTOMETRO 2	S/. 528.64	S/. 264.32	S/. 724.52	S/. 503.86	S/.	S/. 277.30	S/. 575.84	S/.	S/.	S/. 359.90	S/.	S/.
CONTOMETRO 4	S/. 666.70	S/.	S/.	S/. 280.64	S/. 108.56	S/. 528.50	S/. 2,895.55	S/.	S/.	S/.	S/. 264.20	S/.
CONTOMETRO 5	S/. 65.04	S/.	S/.	S/.	S/. 1,014.00	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 56.64	S/.	S/.
CONTOMETRO 6	S/. 110.92	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 49.56	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 215.64
CONTOMETRO 7	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 132.16	S/.	S/.
INTERCALADORA 1	S/.	S/.	S/. 490.88	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 153.40	S/.	S/.	S/.	S/.
INTERCALADORA 2	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/. 490.88	S/. 82.60	S/.

Tabla 6.30. Costos Totales de materiales

- Costo total de servicios generales

EQUIPO/ S/.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LENOX 1	S/. 1,132.40	S/. 1,290.17	S/. 1,215.84	S/. 1,354.84	S/. 1,354.84	S/. 1,205.10	S/. 1,049.26	S/. 1,372.26	S/. 1,290.17	S/. 1,298.40	S/. 1,286.72	S/. 1,292.88
LENOX 2	S/. 1,132.40	S/. 1,290.17	S/. 1,160.62	S/. 1,349.67	S/. 1,349.67	S/. 1,205.10	S/. 585.37	S/. 1,374.44	S/. 1,290.17	S/. 1,298.40	S/. 1,292.24	S/. 1,292.88
PEMCOMATIC 1	S/. 528.88	S/. 602.57	S/. 567.85	S/. 632.77	S/. 632.77	S/. 562.83	S/. 490.05	S/. 640.91	S/. 602.57	S/. 606.41	S/. 600.95	S/. 603.83
PEMCOMATIC 2	S/. 680.29	S/. 775.07	S/. 697.24	S/. 810.82	S/. 810.82	S/. 723.97	S/. 351.67	S/. 825.70	S/. 775.07	S/. 780.02	S/. 776.32	S/. 776.70
GUILLOTINA 1	S/. 698.88	S/. 543.38	S/. 543.64	S/. 719.08	S/. 719.08	S/. 709.63	S/. 719.08	S/. 725.37	S/. 772.26	S/. 712.86	S/. 722.97	S/. 738.30
GUILLOTINA 3	S/. 850.72	S/. 661.43	S/. 660.37	S/. 875.35	S/. 875.35	S/. 868.86	S/. 875.35	S/. 975.95	S/. 938.56	S/. 861.35	S/. 989.22	S/. 898.70
CONVERTIDORA 1	S/. 422.60	S/. 501.11	S/. 641.73	S/. 642.23	S/. 643.05	S/. 646.43	S/. 643.05	S/. 641.65	S/. 643.05	S/. 660.51	S/. 629.77	S/. 643.05
CONVERTIDORA 2	S/. 202.49	S/. 257.90	S/. 340.55	S/. 294.64	S/. 360.80	S/. 357.12	S/. 360.94	S/. 326.74	S/. 331.56	S/. 326.74	S/. 345.66	S/. 333.38
HAMILTON 1	S/. 10,355.13	S/. 9,688.80	S/. 9,318.90	S/. 8,046.39	S/. 3,578.33	S/. 5,333.16	S/. 7,069.73	S/. 7,906.92	S/. 7,858.47	S/. 8,484.93	S/. 8,249.12	S/. 9,468.32
HAMILTON 2	S/. 12,876.56	S/. 7,611.55	S/. 9,591.28	S/. 7,587.70	S/. 8,504.49	S/. 10,715.39	S/. 12,178.37	S/. 13,154.09	S/. 11,555.91	S/. 11,196.43	S/. 12,733.55	S/. 11,504.16
MOW-CHAMPION	S/. 4,085.67	S/. 1,543.63	S/. 3,815.35	S/. 3,369.65	S/. 1,283.62	S/. 2,508.94	S/. 2,803.05	S/. 3,532.29	S/. 3,642.34	S/. 4,050.17	S/. 3,848.00	S/. 3,686.88
FILE	S/. 3,446.75	S/. 805.10	S/. 1,588.13	S/. 1,656.03	S/. 1,740.96	S/. 2,370.47	S/. 2,057.85	S/. 1,072.70	S/. 1,398.66	S/. 1,786.71	S/. 1,210.46	S/. 1,061.95
CS-29	S/. 5,780.01	S/. 3,230.79	S/. 5,184.33	S/. 2,598.80	S/. 2,119.00	S/. 2,066.34	S/. 2,930.11	S/. 2,388.04	S/. 4,758.21	S/. 2,350.55	S/. 3,523.54	S/. 3,248.65
97-H	S/. 5,331.09	S/. 2,691.43	S/. 4,262.70	S/. 3,099.82	S/. 1,987.22	S/. 2,446.77	S/. 2,694.12	S/. 2,482.46	S/. 4,352.43	S/. 2,333.44	S/. 3,352.96	S/. 3,045.63
BOLSA DE PAN 1	S/. 318.99	S/. 104.39	S/. 227.05	S/. 325.91	S/. 341.61	S/. 363.78	S/. 405.88	S/. 378.65	S/. 398.52	S/. 433.77	S/. 390.88	S/. 374.60
BOLSA DE PAN 3	S/. 824.46	S/. 325.86	S/. 423.98	S/. 525.84	S/. 596.60	S/. 689.04	S/. 798.20	S/. 792.38	S/. 803.99	S/. 859.31	S/. 839.52	S/. 958.71
TROQUEL HIDRAULIC	S/. 643.41	S/. 209.66	S/. 734.03	S/. 755.05	S/. 734.40	S/. 751.68	S/. 704.12	S/. 737.70	S/. 726.24	S/. 702.02	S/. 726.84	S/. 726.84
HALM	S/. 920.46	S/. 240.19	S/. 515.77	S/. 460.32	S/. 612.14	S/. 734.69	S/. 731.52	S/. 742.36	S/. 910.59	S/. 967.13	S/. 879.43	S/. 809.69
RYOBIC 1	S/. 902.37	S/. 369.32	S/. 726.52	S/. 755.15	S/. 770.43	S/. 772.84	S/. 860.53	S/. 868.76	S/. 865.72	S/. 985.14	S/. 892.76	S/. 927.57
REBOBINADORA LLOP	S/. 145.19	S/. 37.01	S/. 136.81	S/. 143.51	S/. 141.45	S/. 146.94	S/. 147.72	S/. 152.22	S/. 142.88	S/. 143.25	S/. 143.66	S/. 139.93
CONTOMETRO 1	S/. 240.19	S/. 74.68	S/. 182.01	S/. 248.04	S/. 243.49	S/. 281.11	S/. 277.52	S/. 261.40	S/. 261.84	S/. 270.03	S/. 248.04	S/. 231.50
CONTOMETRO 2	S/. 190.38	S/. 58.24	S/. 141.95	S/. 193.44	S/. 189.89	S/. 219.23	S/. 216.43	S/. 198.66	S/. 192.60	S/. 197.95	S/. 193.44	S/. 180.54
CONTOMETRO 4	S/. 195.54	S/. 58.24	S/. 141.95	S/. 193.44	S/. 189.89	S/. 219.23	S/. 216.43	S/. 193.44	S/. 186.99	S/. 178.61	S/. 193.44	S/. 180.54
CONTOMETRO 5	S/. 728.36	S/. 162.05	S/. 208.10	S/. 556.14	S/. 563.89	S/. 554.13	S/. 568.09	S/. 567.10	S/. 551.48	S/. 552.55	S/. 556.14	S/. 629.89
CONTOMETRO 6	S/. 308.21	S/. 58.24	S/. 141.95	S/. 193.44	S/. 144.24	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78
CONTOMETRO 7	S/. 272.91	S/. 58.24	S/. 141.95	S/. 193.44	S/. 144.24	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78	S/. 212.78
INTERCALADORA 1	S/. 21.57	S/. 8.45	S/. 15.93	S/. 15.91	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46
INTERCALADORA 2	S/. 21.57	S/. 8.45	S/. 15.93	S/. 15.91	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46	S/. 22.46

Tabla 6.33. Costos Totales de Servicios Generales

- Costo total de tiempos perdidos

EQUIPO/ S/.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LENEX 1	S/. 30,816.00	S/. 47,498.40	S/. 11,034.00	S/. 28,474.60	S/. 3,067.20	S/. 33,402.00	S/. 1,755.00	S/. 10,367.04	S/. 2,068.20	S/. 1,979.10	S/. 5,001.00	S/. 5,815.50
LENEX 2	S/. 41,465.88	S/. 34,795.20	S/. 16,536.00	S/. 62,393.10	S/. 51,870.80	S/. 12,982.62	S/. 2,903.04	S/. 5,678.64	S/. 3,022.92	S/. 10,038.00	S/. 8,270.40	S/. 4,559.28
PEMCOMATIC 1	S/. 4,017.60	S/. 2,937.60	S/. 25,748.00	S/. 9,863.87	S/. 4,914.00	S/. 10,943.47	S/. 1,134.00	S/. 3,196.80	S/. 3,240.00	S/. 1,641.60	S/. 820.80	S/. 1,215.00
PEMCOMATIC 2	S/. 4,212.00	S/. 4,047.84	S/. 13,148.00	S/. 11,986.07	S/. 6,353.10	S/. 3,931.20	S/. 1,663.20	S/. 6,213.20	S/. 2,511.00	S/. 1,987.20	S/. 993.60	S/. 1,539.00
GUILLOTINA 1	S/. 26,919.00	S/. 14,582.40	S/. 26,649.00	S/. 24,673.48	S/. 7,904.08	S/. 6,133.10	S/. 4,066.20	S/. 3,155.76	S/. 3,327.24	S/. 4,842.66	S/. 1,878.66	S/. 2,430.00
GUILLOTINA 3	S/. 10,395.00	S/. 13,320.00	S/. 7,477.80	S/. 23,157.68	S/. 22,456.00	S/. 18,229.84	S/. 3,983.52	S/. 3,425.76	S/. 2,904.66	S/. 7,150.68	S/. 2,964.06	S/. 2,710.80
CONVERTIDORA 1	S/. 15,858.80	S/. 3,900.42	S/. 5,080.50	S/. 4,735.29	S/. 4,169.07	S/. 7,905.55	S/. 7,926.70	S/. 7,258.72	S/. 2,086.56	S/. 1,382.40	S/. 1,036.80	S/. 3,374.80
CONVERTIDORA 2	S/. 10,656.00	S/. 2,929.50	S/. 4,878.60	S/. 13,124.56	S/. 16,556.67	S/. 1,580.04	S/. 3,516.32	S/. 1,211.76	S/. 748.44	S/. 842.40	S/. 831.60	S/. 678.24
HAMILTON 1	S/. 12,344.00	S/. 22,131.10	S/. 8,555.00	S/. 20,564.53	S/. 94,228.00	S/. 6,503.36	S/. 3,105.12	S/. 2,394.40	S/. 6,704.56	S/. 1,652.40	S/. 7,362.96	S/. 1,385.10
HAMILTON 2	S/. 7,089.00	S/. 1,652.40	S/. 7,301.60	S/. 9,038.27	S/. 1,815.79	S/. 13,273.32	S/. 11,437.48	S/. 3,380.24	S/. 1,231.20	S/. 3,323.00	S/. 1,541.60	S/. 1,069.20
MOW-CHAMPION	S/. 15,268.00	S/. 10,404.30	S/. 15,532.60	S/. 22,086.29	S/. 1,134.00	S/. 5,726.38	S/. 10,036.40	S/. 9,923.00	S/. 6,655.12	S/. 1,015.20	S/. 752.22	S/. 768.96
FILE	S/. 14,688.80	S/. 4,178.00	S/. 1,814.40	S/. 11,055.93	S/. 6,354.07	S/. 1,897.87	S/. 1,512.00	S/. 1,244.16	S/. 1,134.00	S/. 1,081.08	S/. 945.00	S/. 891.00
CS-29	S/. 27,495.00	S/. 11,565.60	S/. 4,634.40	S/. 27,730.00	S/. 7,782.00	S/. 36,129.76	S/. 9,558.72	S/. 2,245.32	S/. 2,540.40	S/. 2,069.40	S/. 1,069.20	S/. 950.40
97-H	S/. 23,527.80	S/. 13,166.40	S/. 39,960.60	S/. 17,968.80	S/. 20,254.08	S/. 6,409.40	S/. 2,834.04	S/. 5,081.76	S/. 993.60	S/. 2,781.60	S/. 567.00	S/. 3,208.80
BOLSA DE PAN 1	S/. 712.80	S/. 220.32	S/. 4,117.40	S/. 3,556.40	S/. 510.30	S/. 540.00	S/. 510.30	S/. 729.00	S/. 461.70	S/. 816.40	S/. 457.92	S/. 975.04
BOLSA DE PAN 3	S/. 550.80	S/. 164.16	S/. 756.00	S/. 6,583.50	S/. 332.64	S/. 1,947.96	S/. 1,190.16	S/. 561.60	S/. 351.54	S/. 293.76	S/. 356.40	S/. 367.20
TROQUEL HIDRAULIC	S/. 2,025.00	S/. 842.40	S/. 2,075.60	S/. 1,490.40	S/. 3,825.55	S/. 1,801.44	S/. 1,382.40	S/. 1,252.80	S/. 1,209.60	S/. 1,382.40	S/. 1,458.00	S/. 1,339.20
HALM	S/. 1,663.20	S/. 3,638.16	S/. 6,845.38	S/. 11,844.99	S/. 4,604.00	S/. 5,418.13	S/. 1,890.00	S/. 2,073.60	S/. 1,728.00	S/. 1,451.52	S/. 1,313.28	S/. 967.68
RYOBIC 1	S/. 972.00	S/. 550.80	S/. 963.90	S/. 1,088.64	S/. 1,606.27	S/. 8,123.35	S/. 2,544.00	S/. 972.00	S/. 1,123.20	S/. 960.12	S/. 822.96	S/. 685.80
REBOBINADORA LLOP	S/. 162.00	S/. 60.48	S/. 123.70	S/. 81.00	S/. 121.50	S/. 113.40	S/. 95.04	S/. 73.44	S/. 91.80	S/. 486.80	S/. 73.44	S/. 82.62
CONTOMETRO 1	S/. 97.20	S/. 42.12	S/. 69.12	S/. 82.08	S/. 609.58	S/. 82.08	S/. 73.44	S/. 47.52	S/. 43.20	S/. 43.20	S/. 56.16	S/. 12.96
CONTOMETRO 2	S/. 116.64	S/. 51.84	S/. 227.76	S/. 316.01	S/. 51.84	S/. 34.56	S/. 73.44	S/. 38.88	S/. 77.76	S/. 17.28	S/. 12.96	S/. 12.96
CONTOMETRO 4	S/. 136.08	S/. 58.32	S/. 207.08	S/. 60.48	S/. 60.48	S/. 222.83	S/. 164.80	S/. 56.16	S/. 64.80	S/. 47.52	S/. 43.20	S/. 43.20
CONTOMETRO 5	S/. 64.80	S/. 25.92	S/. 38.88	S/. 56.60	S/. 21.60	S/. 176.07	S/. 251.42	S/. 34.56	S/. 34.56	S/. 17.28	S/. 8.64	S/. 8.64
CONTOMETRO 6	S/. 110.16	S/. 48.60	S/. 43.20	S/. 71.91	S/. 38.88	S/. 34.56	S/. 34.56	S/. 30.24	S/. 38.88	S/. 34.56	S/. 30.24	S/. 21.60
CONTOMETRO 7	S/. 77.76	S/. 42.12	S/. 56.16	S/. 99.41	S/. 30.24	S/. 71.91	S/. 30.24	S/. 25.92	S/. 30.24	S/. 30.24	S/. 12.96	S/. 17.28
INTERCALADORA 1	S/. 259.20	S/. 129.60	S/. 172.50	S/. 54.00	S/. 108.00	S/. 89.10	S/. 171.50	S/. 224.10	S/. 179.28	S/. 179.28	S/. 134.46	S/. 179.28
INTERCALADORA 2	S/. 324.00	S/. 154.60	S/. 189.00	S/. 54.00	S/. 81.00	S/. 237.60	S/. 202.50	S/. 179.28	S/. 268.92	S/. 259.46	S/. 134.46	S/. 134.46

Tabla 6.36. Costos por tiempos perdidos

- Costo total de mantenimiento

EQUIPO/ S/.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LENOX 1	S/. 43,794.45	S/. 66,760.07	S/. 22,035.02	S/. 45,460.93	S/. 11,249.82	S/. 47,163.64	S/. 9,789.60	S/. 18,778.93	S/. 9,280.16	S/. 9,907.92	S/. 11,713.65	S/. 12,467.40
LENOX 2	S/. 57,365.13	S/. 48,268.94	S/. 27,020.46	S/. 84,676.60	S/. 71,126.04	S/. 21,390.99	S/. 17,110.93	S/. 12,567.55	S/. 9,800.38	S/. 19,124.60	S/. 14,777.79	S/. 10,306.95
PEMCOMATIC 1	S/. 5,845.35	S/. 4,674.96	S/. 33,395.34	S/. 14,493.37	S/. 7,617.48	S/. 14,708.43	S/. 2,609.66	S/. 5,105.16	S/. 5,136.26	S/. 3,205.54	S/. 2,099.83	S/. 2,575.35
PEMCOMATIC 2	S/. 6,326.36	S/. 6,278.39	S/. 17,701.04	S/. 16,455.19	S/. 9,460.84	S/. 5,985.56	S/. 2,837.62	S/. 9,162.52	S/. 4,440.64	S/. 3,854.55	S/. 2,524.62	S/. 3,206.85
GUILLOTINA 1	S/. 35,271.34	S/. 19,605.74	S/. 34,762.00	S/. 35,512.65	S/. 11,327.01	S/. 8,591.54	S/. 6,404.32	S/. 5,271.70	S/. 5,439.69	S/. 7,266.99	S/. 3,509.91	S/. 4,218.24
GUILLOTINA 3	S/. 14,458.35	S/. 18,002.99	S/. 10,923.59	S/. 30,748.95	S/. 30,469.85	S/. 24,129.75	S/. 7,039.40	S/. 5,985.68	S/. 5,262.49	S/. 10,502.67	S/. 5,425.14	S/. 5,157.84
CONVERTIDORA 1	S/. 21,024.88	S/. 5,609.42	S/. 8,215.80	S/. 12,351.18	S/. 6,780.76	S/. 11,497.72	S/. 11,676.83	S/. 9,979.59	S/. 4,581.61	S/. 4,347.07	S/. 3,056.67	S/. 5,095.20
CONVERTIDORA 2	S/. 13,842.78	S/. 4,198.67	S/. 7,439.22	S/. 22,184.69	S/. 44,011.81	S/. 2,733.87	S/. 5,538.03	S/. 2,006.43	S/. 2,117.01	S/. 3,338.20	S/. 1,806.10	S/. 1,347.82
HAMILTON 1	S/. 28,615.16	S/. 40,316.54	S/. 23,979.45	S/. 37,768.72	S/. 143,234.98	S/. 15,726.39	S/. 14,494.56	S/. 13,092.47	S/. 18,322.07	S/. 12,702.90	S/. 19,934.10	S/. 13,691.72
HAMILTON 2	S/. 25,289.80	S/. 11,579.94	S/. 21,312.69	S/. 20,948.71	S/. 14,716.60	S/. 31,167.94	S/. 33,175.41	S/. 20,741.84	S/. 16,098.42	S/. 21,711.88	S/. 17,900.81	S/. 15,831.24
MOW-CHAMPION	S/. 25,716.53	S/. 15,309.17	S/. 27,156.32	S/. 36,507.45	S/. 21,912.55	S/. 16,284.57	S/. 19,186.48	S/. 17,255.74	S/. 13,172.53	S/. 7,039.80	S/. 5,777.66	S/. 6,973.77
FILE	S/. 24,246.91	S/. 6,723.21	S/. 4,301.07	S/. 16,357.59	S/. 13,096.53	S/. 5,561.36	S/. 4,767.39	S/. 2,977.30	S/. 3,176.24	S/. 3,949.51	S/. 2,775.55	S/. 2,830.67
CS-29	S/. 41,858.76	S/. 18,986.28	S/. 12,866.55	S/. 39,853.28	S/. 13,337.31	S/. 51,998.47	S/. 18,389.01	S/. 6,088.19	S/. 10,395.36	S/. 6,587.73	S/. 6,150.60	S/. 5,345.65
97-H	S/. 36,182.78	S/. 19,926.45	S/. 56,211.39	S/. 26,887.96	S/. 28,587.61	S/. 13,407.56	S/. 13,551.40	S/. 10,748.41	S/. 8,078.40	S/. 6,529.16	S/. 6,086.59	S/. 8,371.62
BOLSA DE PAN 1	S/. 1,289.73	S/. 417.88	S/. 5,765.84	S/. 6,284.68	S/. 1,064.88	S/. 1,176.58	S/. 1,218.11	S/. 1,525.98	S/. 1,083.09	S/. 1,898.11	S/. 1,630.03	S/. 1,719.84
BOLSA DE PAN 3	S/. 1,719.08	S/. 612.52	S/. 2,168.13	S/. 10,330.43	S/. 1,958.80	S/. 4,179.61	S/. 2,729.16	S/. 1,710.70	S/. 1,452.22	S/. 1,598.38	S/. 2,029.73	S/. 1,675.61
TROQUEL HIDRAULIC	S/. 3,573.50	S/. 1,632.21	S/. 3,706.83	S/. 3,041.17	S/. 6,444.29	S/. 3,248.26	S/. 5,521.07	S/. 2,495.94	S/. 2,453.64	S/. 3,027.39	S/. 2,762.28	S/. 2,590.35
HALM	S/. 3,229.58	S/. 4,941.69	S/. 9,682.44	S/. 17,348.60	S/. 6,843.64	S/. 11,358.31	S/. 3,381.02	S/. 3,637.96	S/. 3,550.25	S/. 3,875.69	S/. 2,749.57	S/. 2,230.39
RYOBIC 1	S/. 2,496.37	S/. 1,150.15	S/. 2,113.02	S/. 2,304.74	S/. 3,061.46	S/. 11,642.92	S/. 8,726.34	S/. 2,358.22	S/. 4,328.05	S/. 2,441.98	S/. 2,155.07	S/. 2,025.39
REBOBINADORA LLO	S/. 383.98	S/. 142.69	S/. 356.25	S/. 305.64	S/. 349.51	S/. 655.95	S/. 324.28	S/. 308.11	S/. 319.38	S/. 841.22	S/. 297.40	S/. 603.50
CONTOMETRO 1	S/. 510.23	S/. 146.01	S/. 1,394.14	S/. 469.92	S/. 1,158.91	S/. 464.40	S/. 449.12	S/. 390.49	S/. 396.05	S/. 561.08	S/. 395.00	S/. 309.92
CONTOMETRO 2	S/. 1,044.57	S/. 468.01	S/. 1,442.75	S/. 1,345.84	S/. 302.17	S/. 663.87	S/. 1,092.55	S/. 301.27	S/. 352.70	S/. 723.26	S/. 272.75	S/. 246.22
CONTOMETRO 4	S/. 1,247.89	S/. 145.71	S/. 505.70	S/. 668.20	S/. 453.87	S/. 1,252.77	S/. 4,135.55	S/. 316.34	S/. 329.49	S/. 287.00	S/. 640.80	S/. 284.02
CONTOMETRO 5	S/. 1,072.76	S/. 234.97	S/. 308.73	S/. 808.51	S/. 1,999.36	S/. 938.27	S/. 1,100.50	S/. 756.42	S/. 736.88	S/. 787.43	S/. 720.73	S/. 802.50
CONTOMETRO 6	S/. 661.62	S/. 133.56	S/. 231.43	S/. 401.45	S/. 228.90	S/. 309.18	S/. 391.96	S/. 308.12	S/. 329.33	S/. 313.52	S/. 318.53	S/. 566.87
CONTOMETRO 7	S/. 438.34	S/. 125.46	S/. 247.63	S/. 440.61	S/. 218.10	S/. 373.56	S/. 314.19	S/. 302.72	S/. 318.53	S/. 473.32	S/. 296.93	S/. 291.92
INTERCALADORA 1	S/. 350.97	S/. 172.57	S/. 891.31	S/. 103.01	S/. 163.08	S/. 139.46	S/. 434.21	S/. 311.68	S/. 255.65	S/. 255.65	S/. 199.63	S/. 255.65
INTERCALADORA 2	S/. 431.97	S/. 209.03	S/. 287.40	S/. 87.39	S/. 129.33	S/. 325.08	S/. 281.21	S/. 255.65	S/. 367.70	S/. 991.34	S/. 302.88	S/. 199.63

Tabla 6.37. Costos totales del mantenimiento

Teniendo los costos del mantenimiento, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes figuras.

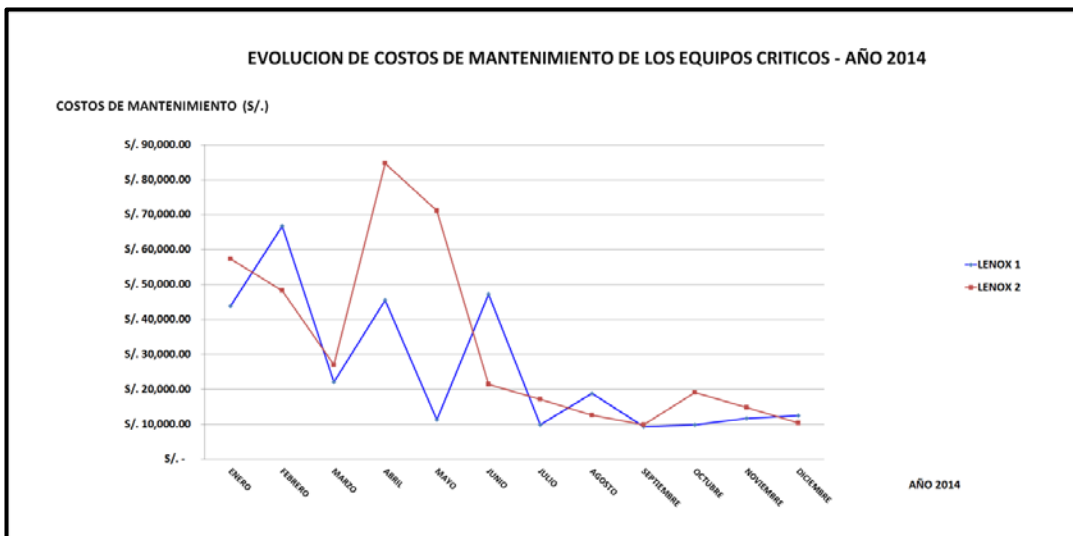


Figura 6.26. Evolución costos equipos críticos

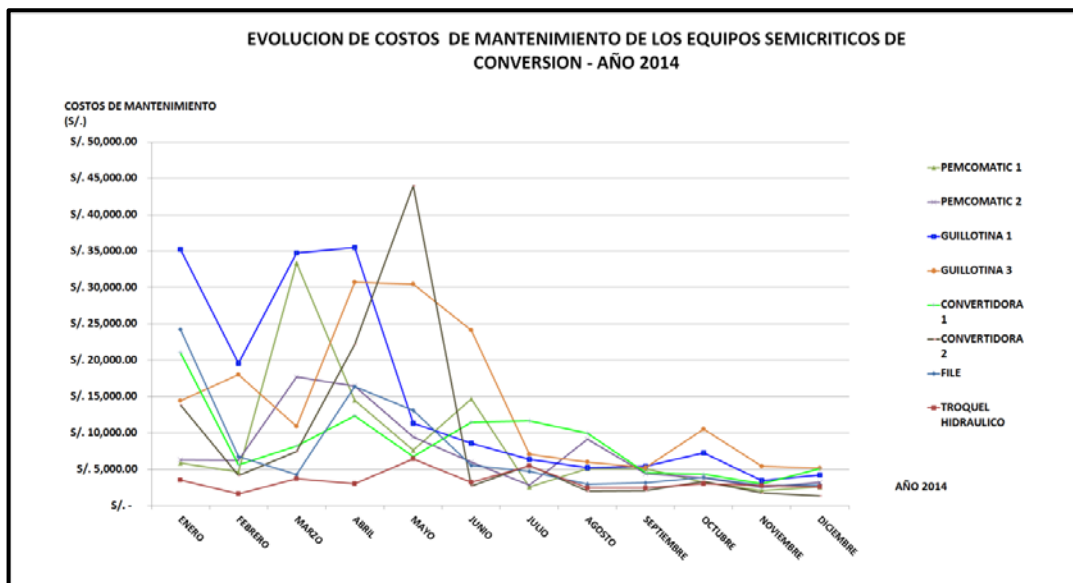


Figura 6.27. Evolución costos equipos semicríticos de conversión

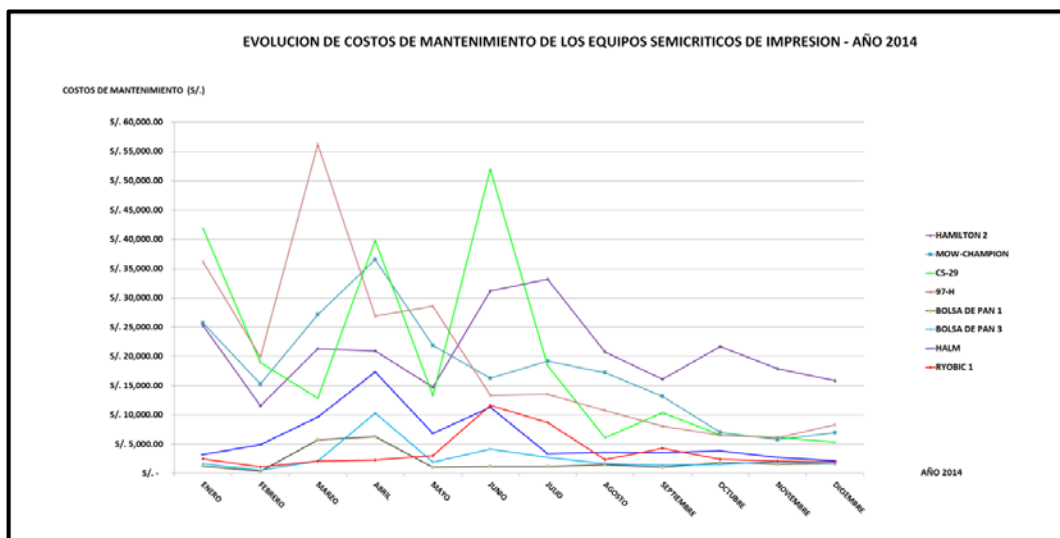


Figura 6.28. Evolución costos equipos semicriticos de impresión

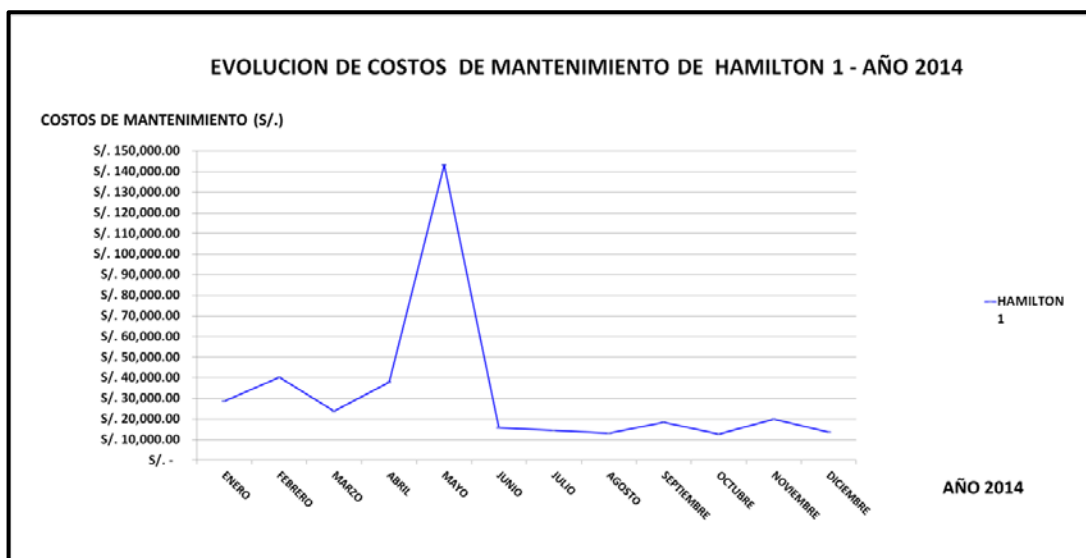


Figura 6.29. Evolución costos equipo impresora Hamilton 1

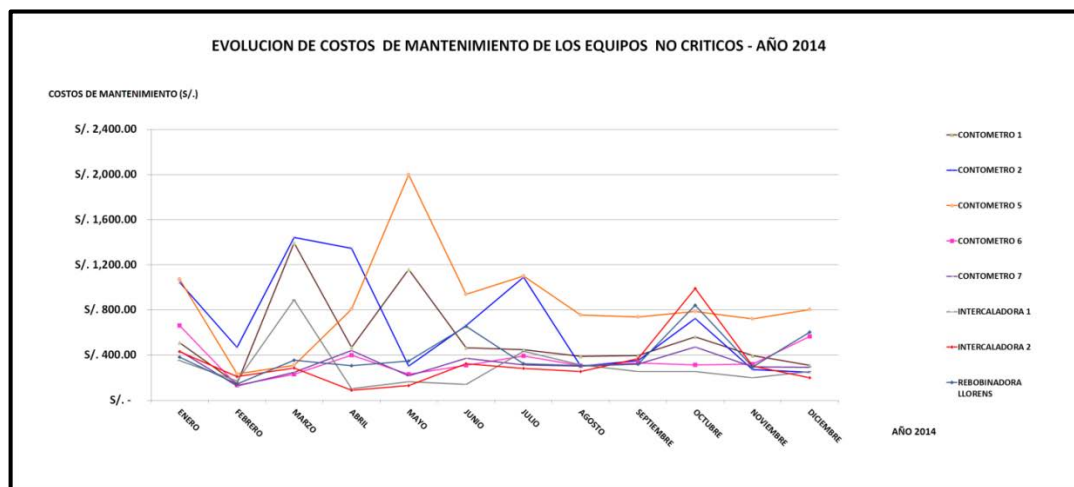


Figura 6.30. Evolución costos equipos no críticos

En los **equipos críticos**, observamos una reducción notable de los costos de mantenimiento, llegándose a estabilizarse entre **20,000.00 - 30,000.00 S/.** Mensuales. Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos semicríticos de conversión**, observamos una reducción notable de los costos de mantenimiento. El abrupto incremento de costos en los primeros meses, se debe a que se tenía prioridad con los equipos críticos. Con el transcurso del tiempo los costos tienden a estabilizarse en aproximadamente **10,000.00 S/.** mensuales (la mayoría de los equipos) y **entre 20,000.00 - 30,000.00 S/.** mensuales (guillotinas 1-2). Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos semicríticos de impresión**, observamos una reducción moderada de los costos de mantenimiento. Los picos de incremento de costos en los primeros meses, se debe a que se tenía prioridad con los equipos críticos. Con el transcurso del tiempo los costos tienden a estabilizarse entre **5,000.00 - 15,000.00 S/.** mensuales (la mayoría de los equipos) y entre **20,000.00 - 30,000.00 S/.**

mensuales (Hamilton 2). Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En el caso de la impresora **Hamilton 1**, se presenta un pico muy alto de costos (alrededor de 160,000.00 S/.) .Este es un claro ejemplo, cuando no se le da la debida importancia a los equipos semicríticos de impresión. Esta máquina había pasado muchos años sin un mantenimiento adecuado, sumado a su antigüedad (30 años).Después de esta situación crítica se estabilizo los costos entre **20,000.00 - 30,000.00 S/.** mensuales. Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos no críticos**, observamos una fluctuación moderada de los costos de mantenimiento, comprendiendo entre 500.00 - 1,500.00 S/. mensuales. No obstante, se les ha introducido gradualmente, las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones y lubricación).

6.4.2 Cálculo de ICPM

MES	ENERO	ENERO	ENERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	MARZO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	ABRIL
EQUIPO / DATOS	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)
LENEX 1	9386.06	43794.45	21.43	11509.72	66760.07	17.24	9152.66	22035.02	41.54	13474.76	45460.93	29.64
LENEX 2	11410.66	57365.13	19.89	6858.87	48268.94	14.21	8348.75	27020.46	30.90	16738.71	84676.60	19.77
PEMCOMATIC 1	1298.87	5845.35	22.22	1134.79	4674.96	24.27	3251.57	33395.34	9.74	3817.48	14491.37	26.34
PEMCOMATIC 2	1395.07	6326.36	22.05	1455.48	6278.39	23.18	3356.05	17701.04	18.96	3455.57	16455.19	21.00
GUILLOTINA 1	160.48	35271.34	0.45	160.48	19605.74	0.82	2560.32	34762.00	7.37	3004.10	35512.65	8.46
GUILLOTINA 3	3212.63	14458.35	22.22	320.96	18002.99	1.78	2318.20	10923.59	21.22	3453.84	30748.95	11.23
CONVERTIDORA 1	129.00	21024.88	0.61	0.00	5609.42	0.00	1901.68	8215.80	23.15	5156.36	12351.18	41.75
CONVERTIDORA 2	106.20	13842.78	0.77	171.54	4198.67	4.09	1568.62	7489.22	21.09	5827.05	22184.69	26.27
HAMILTON 1	0.00	28615.16	0.00	0.00	40316.54	0.00	2170.03	23979.45	9.05	1140.00	37768.72	3.02
HAMILTON 2	3071.13	25289.80	12.14	0.00	11579.94	0.00	0.00	21312.69	0.00	2143.32	20948.71	10.23
MOW-CHAMPION	0.00	25716.53	0.00	0.00	15309.17	0.00	5990.95	27156.32	22.06	8054.74	36507.45	22.06
FILE	330.96	24246.91	1.36	0.00	6723.21	0.00	868.54	4301.07	20.19	1640.61	16357.59	10.03
CS-29	0.00	41858.76	0.00	0.00	18986.28	0.00	1806.38	12866.55	14.04	4196.69	39853.28	10.53
97-H	0.00	36182.78	0.00	0.00	19926.45	0.00	2768.36	56211.39	4.92	3746.73	26887.96	13.93
BOLSA DE PAN 1	0.00	1289.73	0.00	0.00	417.88	0.00	0.00	5765.84	0.00	1623.79	6284.68	25.84
BOLSA DE PAN 3	0.00	1719.08	0.00	0.00	612.52	0.00	0.00	2168.13	0.00	413.54	10330.43	4.00
TROQUEL HIDRAULICO	0.00	3573.50	0.00	0.00	1632.21	0.00	150.00	3706.83	4.05	795.72	3041.17	26.16
HALM	0.00	3229.58	0.00	0.00	4941.69	0.00	0.00	9682.44	0.00	444.17	17348.60	2.56
RYOBIC 1	122.72	2496.37	4.92	0.00	1150.15	0.00	0.00	2113.02	0.00	0.00	2304.74	0.00
REBOBINADORA LLOREN	0.00	383.98	0.00	16.66	142.69	11.48	65.13	356.25	18.28	0.00	305.64	0.00
CONTOMETRO 1	0.00	510.23	0.00	0.00	146.01	0.00	328.81	1394.14	23.59	139.80	469.92	29.75
CONTOMETRO 2	528.64	1044.57	50.61	264.32	468.01	56.48	869.74	1442.75	60.28	642.29	1345.84	47.72
CONTOMETRO 4	0.00	1247.89	0.00	0.00	145.71	0.00	74.42	505.70	14.72	0.00	668.20	0.00
CONTOMETRO 5	65.04	1072.76	6.06	0.00	234.97	0.00	0.00	308.73	0.00	167.53	808.51	20.72
CONTOMETRO 6	110.92	661.62	16.76	0.00	133.56	0.00	0.00	231.43	0.00	121.88	401.45	30.36
CONTOMETRO 7	0.00	438.34	0.00	0.00	125.46	0.00	0.00	247.63	0.00	123.83	440.61	28.10
INTERCALADORA 1	0.00	350.97	0.00	0.00	172.57	0.00	647.92	891.31	72.69	33.10	103.01	32.13
INTERCALADORA 2	0.00	431.97	0.00	0.00	209.03	0.00	82.47	287.40	28.70	0.00	87.39	0.00

Tabla 6.38. Calculo de ICPM

MES	MAYO	MAYO	MAYO	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	AGOSTO
EQUIPO / DATOS	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)
LENEX 1	4845.78	11249.82	43.07	9714.80	47163.64	20.60	6985.34	9789.60	71.35	6672.62	18778.93	35.53
LENEX 2	10780.83	71126.04	15.16	6383.00	21390.99	29.84	13622.52	17110.93	79.61	5514.47	12567.55	43.88
PEMCOMATIC 1	1852.41	7617.48	24.32	2473.47	14708.43	16.82	985.61	2609.66	37.77	1267.45	5105.16	24.83
PEMCOMATIC 2	2296.92	9460.84	24.28	1330.39	5985.56	22.23	822.76	2837.62	28.99	2042.54	9162.52	22.29
GUILLOTINA 1	2342.08	11327.01	20.68	1193.89	8591.54	13.90	1433.78	6404.32	22.39	1390.58	5271.70	26.38
GUILLOTINA 3	4638.68	30469.85	15.22	1011.70	24129.75	4.19	1866.73	7039.40	26.52	1583.97	5985.68	26.46
CONVERTIDORA 1	1523.78	6780.76	22.47	2151.16	11407.22	18.71	2506.05	11676.83	21.46	2079.22	9979.59	20.83
CONVERTIDORA 2	17323.98	44011.81	39.36	796.71	2733.87	29.14	1542.77	5538.03	27.86	467.93	2006.43	23.32
HAMILTON 1	2298.43	14324.88	1.60	2535.09	15726.39	16.12	3108.54	14494.56	21.45	1946.33	13092.47	14.87
HAMILTON 2	3770.93	14716.60	25.62	2668.87	31167.94	8.56	6688.31	33175.41	20.16	2963.04	20741.84	14.29
MOW-CHAMPION	19494.94	21912.55	88.97	5823.23	16284.57	35.76	3844.19	19186.48	20.04	2518.63	17255.74	14.60
FILE	1310.95	13096.53	10.01	1121.54	5561.36	20.17	1197.54	4767.39	25.12	660.44	2977.30	22.18
CS-29	733.86	13337.31	5.50	5547.39	51998.47	10.67	4261.29	18389.01	23.17	1454.83	6088.19	23.90
97-H	377.60	28587.61	1.33	3703.03	13407.56	27.62	7570.35	13551.40	55.86	2445.05	10748.41	22.75
BOLSA DE PAN 1	0.00	1064.88	0.00	272.80	1176.58	23.19	301.93	1218.11	24.79	418.34	1525.99	27.41
BOLSA DE PAN 3	637.80	1958.80	32.56	547.54	4179.61	13.10	387.41	2729.16	14.20	356.72	1710.70	20.85
TROQUEL HIDRAULICO	1410.02	6444.29	21.88	695.14	3248.26	21.40	3434.55	5521.07	62.21	505.44	2495.94	20.25
HALM	0.00	6843.64	0.00	3080.97	11358.31	27.13	759.50	3381.02	22.86	822.00	3637.96	22.60
RYOBIC 1	629.67	3061.46	20.57	0.00	11642.92	0.00	3555.20	8726.34	40.74	517.46	2358.22	21.94
REBOBINADORA LLOREN	86.56	349.51	24.77	395.61	655.95	60.31	81.52	324.28	25.14	82.45	308.11	26.76
CONTOMETRO 1	0.00	1158.91	0.00	101.21	464.40	21.79	98.15	449.12	21.85	81.57	390.49	20.89
CONTOMETRO 2	0.00	302.17	0.00	0.00	663.87	0.00	802.68	1092.55	73.47	63.72	301.27	21.15
CONTOMETRO 4	203.50	453.87	44.84	602.77	1252.77	48.11	411.84	4135.55	9.96	66.74	316.34	21.10
CONTOMETRO 5	412.20	1999.36	20.62	0.00	938.27	0.00	38.44	1100.50	3.49	154.75	756.42	20.46
CONTOMETRO 6	0.00	228.90	0.00	0.00	309.18	0.00	144.61	391.96	36.89	65.09	308.12	21.13
CONTOMETRO 7	0.00	218.10	0.00	52.28	373.56	13.99	71.17	314.19	22.65	64.01	302.72	21.15
INTERCALADORA 1	0.00	163.08	0.00	0.00	139.46	0.00	0.00	434.21	0.00	65.11	311.68	20.89
INTERCALADORA 2	0.00	129.33	0.00	0.00	325.08	0.00	0.00	281.21	0.00	53.91	255.65	21.09

Tabla 6.39. Calculo de ICPM

MES	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
EQUIPO / DATOS	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)	CTPM	CTMN	ICPM (%)
MILLES	5921.79	9280.16	63.81	6630.42	9907.92	66.92	4825.62	11713.65	41.20	5233.91	12467.40	41.88
LENOX 1	5487.29	9800.38	55.99	6938.49	19124.60	36.28	5003.59	14777.79	33.86	4381.19	10306.95	42.51
LENOX 2	1293.69	5136.26	25.19	957.53	3205.54	29.87	578.08	2099.83	52.29	756.52	2575.35	29.38
PEMCOMATIC 1	1154.52	4440.64	26.00	1087.33	3854.55	28.21	754.70	2524.62	29.89	891.15	3206.85	27.79
PEMCOMATIC 2	1211.52	5439.69	22.27	1404.92	7266.99	19.33	908.28	3509.91	25.88	1049.94	4218.24	24.89
GUILLOTINA 1	1419.27	5262.49	26.97	1758.69	10502.67	16.75	1471.86	5425.14	27.13	1548.34	5157.84	30.02
GUILLOTINA 3	1049.60	4581.61	22.91	2304.15	4347.07	53.00	1296.14	3056.67	42.80	1077.35	5095.20	21.14
CONVERTIDORA 1	565.01	2117.01	26.69	2169.06	3338.20	64.98	528.84	1808.10	54.82	336.20	1347.82	24.94
CONVERTIDORA 2	1985.41	18322.07	10.84	2565.57	12702.90	20.20	1342.80	19934.10	6.74	2838.30	13691.72	20.73
HAMILTON 1	3311.31	16098.42	20.57	6596.51	21711.88	30.38	3318.99	17900.81	18.54	3257.88	15831.24	20.58
HAMILTON 2	2875.07	11172.53	25.83	1974.44	7039.80	28.05	1177.44	5777.66	20.38	2152.13	6973.77	30.86
MOW-CHAMPION	643.58	3176.24	20.26	1081.72	3949.51	27.39	520.09	2775.55	22.34	877.72	2830.67	31.01
FILE	2976.33	10195.36	28.63	2167.77	6587.73	32.91	1557.87	6150.60	25.33	1146.60	5345.65	21.45
CS-29	2732.37	8078.40	33.82	1261.83	6529.16	19.33	2166.63	6086.59	35.60	1895.90	8371.62	22.65
97-H	222.87	1083.09	20.58	565.08	1898.11	29.77	781.23	1630.03	47.93	205.67	1719.84	11.96
BOLSA DE PAN 1	296.69	1452.22	20.43	445.31	1598.38	27.86	833.81	2029.73	41.08	349.70	1675.61	20.87
BOLSA DE PAN 3	517.80	2453.64	21.10	942.96	3027.39	31.15	577.45	2762.28	20.90	524.32	2590.35	20.24
TROQUEL HIDRAULICO	911.66	3550.25	25.68	1457.04	3875.69	37.59	556.86	2740.57	20.25	453.02	2230.39	20.31
HALLI	2339.13	4328.05	54.05	496.73	2441.98	20.34	439.34	2355.07	20.39	412.02	2025.39	20.34
RYOBIC 1	84.70	319.38	26.52	75.13	841.22	8.93	80.31	297.40	27.00	380.96	603.50	63.12
REBOBINADORA LLOREN	91.01	396.05	22.98	247.85	561.08	44.17	90.80	395.00	22.99	65.45	309.92	21.12
CONOMETRO 1	82.34	352.70	23.35	508.02	723.26	70.24	66.35	272.75	24.33	52.71	246.22	21.41
CONOMETRO 2	77.70	329.49	23.58	60.87	287.00	21.21	804.16	640.80	61.07	60.27	284.02	21.22
CONOMETRO 4	150.85	736.88	20.47	217.60	787.43	27.63	155.95	720.73	21.64	163.97	802.50	20.43
CONOMETRO 5	77.67	329.55	23.58	66.17	313.52	21.11	75.51	318.55	23.70	332.48	566.87	58.05
CONOMETRO 6	75.51	318.53	23.70	230.29	473.32	48.66	71.19	296.93	23.97	61.85	291.92	21.19
CONOMETRO 7	53.91	255.65	21.09	53.91	255.65	21.09	42.70	199.63	21.39	53.91	255.65	21.09
INTERCALADORA 1	76.32	367.70	20.76	520.82	991.34	52.54	63.35	302.88	20.92	42.70	199.63	21.39
INTERCALADORA 2												

Tabla 6.40. Calculo de ICPM

Teniendo los cálculos efectuados, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes ilustraciones.

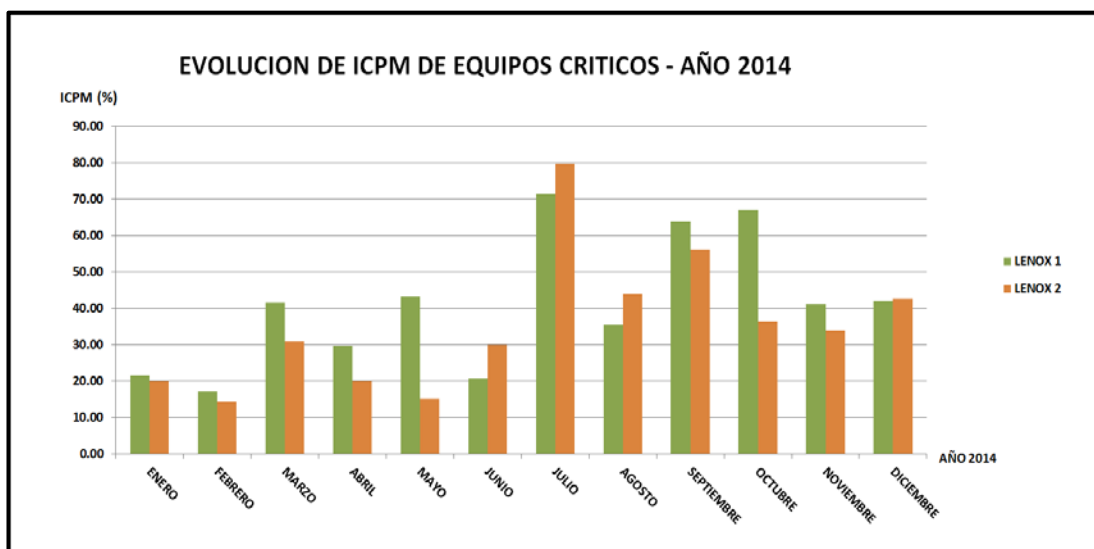


Figura 6.31. Evolución ICPM equipos críticos

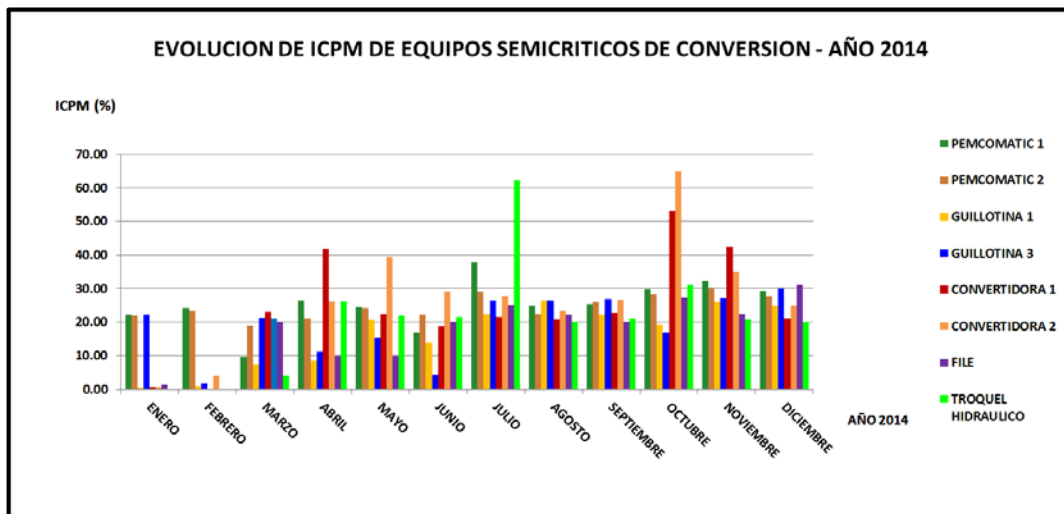


Figura 6.32. Evolución ICPM equipos semicríticos de conversión

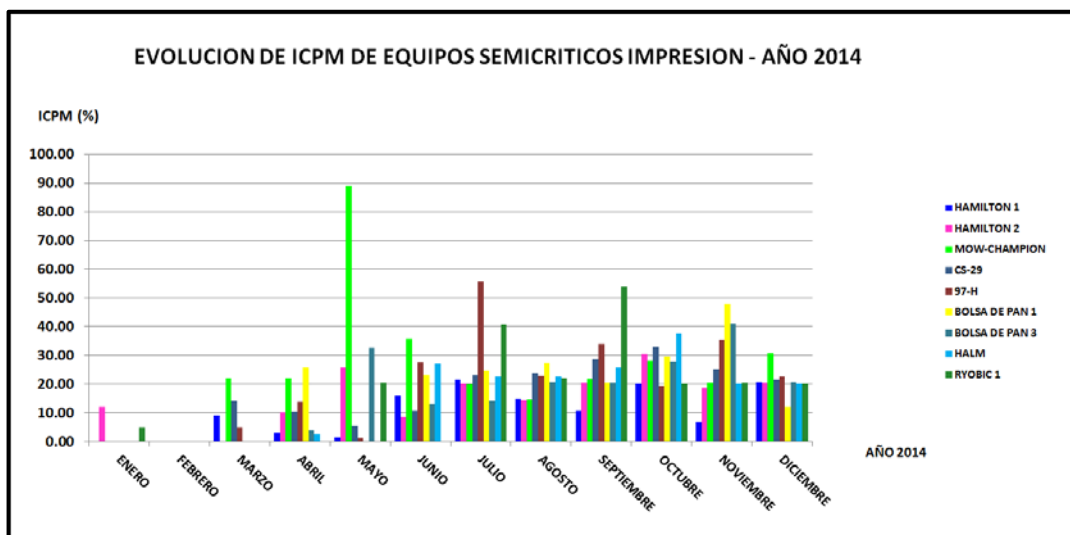


Figura 6.33. Evolución ICPM equipos semicríticos de impresión

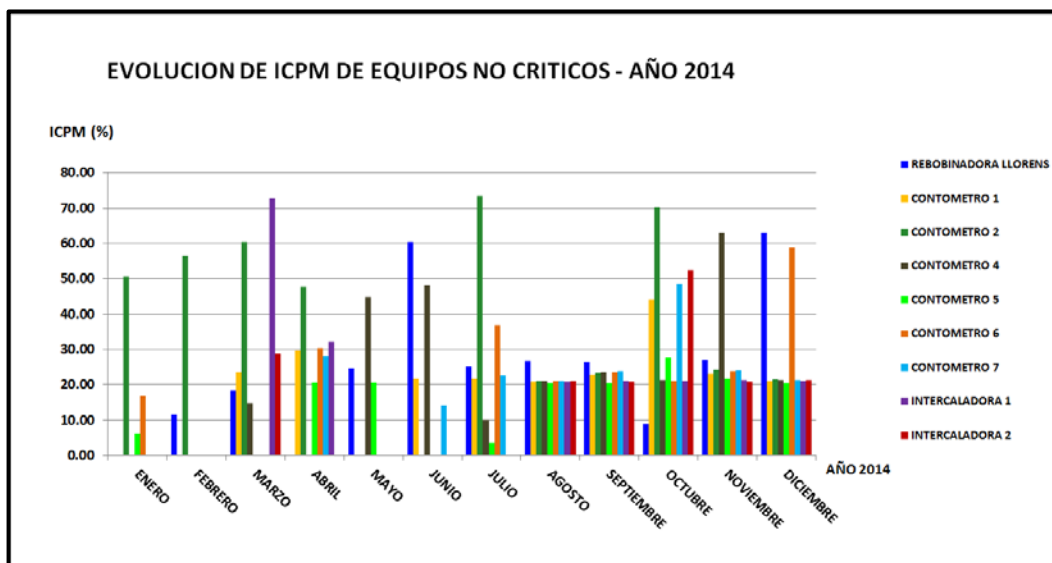


Figura 6.34. Evolución ICPM equipos no críticos

En los **equipos críticos**, a mediados del año 2014, observamos el grado de influencia del mantenimiento preventivo en los equipos, que sería entre **40- 60%** de los costos de mantenimiento. Esta mejora se debe a la correcta gestión que se está ejecutando.

En los **equipos semicríticos (conversión e impresión)**, a mediados del año 2014, observamos el grado de influencia del mantenimiento preventivo en los equipos, que sería entre **20- 30%** de los costos de mantenimiento. Esto se debe a la antigüedad de los equipos (mayor a 20 años), el bajo costo empleado en las piezas a reemplazar o restaurar, y el alto costo de pérdida de materia prima o reproceso al perder su correcto funcionamiento.

En los **equipos no críticos**, a mediados del año 2014, observamos el grado de influencia del mantenimiento preventivo en los equipos, que sería alrededor del **20%** de los costos de mantenimiento. Esto se debe a la baja incidencia de fallas y costos efectuados.

6.4.4 Cálculo de CMPX

MES	ENERO	ENERO	ENERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	MARZO	MARZO	MARZO	ABRIL	ABRIL	ABRIL
EQUIPO / DATOS	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)
LENOX 1	43794.45	476.16	9197.37	66760.07	514.88	12966.05	22035.02	500.58	4401.88	45460.93	553.87	8207.93
LENOX 2	57365.13	485.77	11809.22	48268.94	508.75	9487.75	27020.46	481.25	5814.64	84676.60	558.87	15151.47
PEMCOMATIC 1	5845.35	475.81	1228.49	4674.96	545.58	856.88	33395.34	447.38	7464.59	14493.37	443.20	3270.18
PEMCOMATIC 2	6326.36	446.88	1415.69	6278.39	673.47	932.25	17701.04	520.31	3402.00	10455.19	561.64	2929.84
GUILLOTINA 1	35271.34	296.74	11886.31	19605.74	166.63	11766.00	34762.00	280.43	12395.75	35512.65	283.60	12522.19
GUILLOTINA 3	14458.35	291.44	4961.00	18002.99	195.65	9201.53	10923.59	336.52	3246.03	30748.95	330.23	9311.42
CONVERTIDORA 1	21024.88	510.47	4118.74	5609.42	376.80	1488.68	8215.80	448.24	1832.89	12351.18	488.11	2580.41
CONVERTIDORA 2	13842.78	268.42	5157.11	4198.67	198.85	2111.49	7439.22	175.86	4230.31	22184.69	190.18	11664.84
HAMILTON 1	28615.16	58.33	49054.57	40316.54	41.91	96198.53	23979.45	67.71	35415.81	37768.72	63.33	59634.82
HAMILTON 2	25289.80	156.25	16185.47	11579.94	99.17	11677.25	21312.69	130.00	16394.38	20948.71	141.11	13995.54
MOW-CHAMPION	25716.53	722.22	3560.75	15309.17	309.38	4948.42	27156.32	500.69	5423.73	36507.45	567.78	6429.88
FILE	24246.91	797.22	3041.42	6723.21	534.72	1257.33	4301.07	600.00	716.35	16357.50	542.36	3018.00
CS-29	41858.76	747.07	5603.06	18986.28	548.44	3461.89	12866.55	822.66	1564.03	39851.28	615.23	6477.74
97-H	36182.78	786.91	4598.06	19926.45	576.56	3456.08	56211.39	826.76	6799.02	26887.96	637.50	4217.72
BOLSA DE PAN 1	1289.73	37.92	3400.79	417.88	11.21	3728.58	5765.84	26.75	2159.36	6284.68	21.79	2883.80
BOLSA DE PAN 3	1719.08	260.53	659.85	612.52	65.26	938.55	2168.13	276.32	784.66	10330.43	161.18	6409.08
TROQUEL HIDRAULICO	3573.50	206.98	1726.79	1632.21	101.69	1605.11	3706.83	188.57	1965.74	3041.17	187.14	1542.62
HALM	3229.58	77.14	4186.49	4941.69	36.97	13365.30	9682.44	57.40	16868.55	17348.60	39.86	43526.95
RYOBIC 1	2496.37	246.00	1014.78	1150.15	122.40	939.66	2113.02	201.45	1048.91	2304.74	227.52	1012.98
REBOBINADORA LLOREN	383.98	66.00	581.80	142.69	38.64	369.28	356.25	41.85	851.25	305.64	40.50	754.65
CONTOMETRO 1	510.23	153.00	133.48	146.01	78.30	186.47	1394.14	100.80	1383.08	469.92	97.20	483.46
CONTOMETRO 2	1044.57	147.60	707.70	468.01	75.60	619.06	1442.75	98.40	1466.21	1345.84	105.60	1274.47
CONTOMETRO 4	1247.89	284.40	438.78	345.71	147.60	98.72	505.70	194.40	260.13	668.20	206.40	323.74
CONTOMETRO 5	1072.76	142.11	754.90	234.97	72.63	323.50	308.73	95.79	322.30	808.51	100.00	808.51
CONTOMETRO 6	661.62	298.80	221.43	133.56	153.00	87.29	231.43	216.00	107.14	401.45	223.20	179.86
CONTOMETRO 7	438.34	316.80	138.36	125.46	156.60	80.11	247.63	208.80	118.60	440.61	223.20	192.41
INTERCALADORA 1	350.97	169.41	207.17	172.57	55.29	312.09	891.31	69.85	1275.98	103.01	72.06	152.95
INTERCALADORA 2	431.97	167.65	257.67	209.03	55.29	379.03	287.40	68.38	420.25	87.39	72.06	121.28

Tabla 6.41. Calculo de CMPX

MES	MAYO	MAYO	MAYO	JUNIO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	AGOSTO
EQUIPO / DATOS	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)
LENOX 1	11249.82	569.65	1974.86	47163.64	555.52	8489.95	9789.60	255.09	3817.74	18778.93	622.88	3014.84
LENOX 2	71126.04	585.78	12142.08	21390.99	641.77	1331.11	17110.93	308.00	5555.50	12567.55	664.72	1890.66
PEMCOMATIC 1	7617.48	487.50	1562.56	14708.43	506.51	2901.87	2609.66	243.31	1072.55	5105.16	593.72	858.86
PEMCOMATIC 2	9460.84	615.12	1538.05	5985.56	654.06	915.14	2837.62	319.69	887.62	9162.52	682.97	1341.57
GUILLOTINA 1	11327.01	308.54	3671.12	8591.54	347.16	2474.80	6404.32	347.85	1841.10	5271.70	349.37	1508.92
GUILLOTINA 3	30469.85	309.38	9848.84	24129.75	330.20	7307.71	7039.40	357.98	1966.43	5985.68	346.11	1729.42
CONVERTIDORA 1	6780.76	521.25	1300.87	11497.72	488.16	2355.34	11676.83	560.04	2085.00	9979.59	628.88	1586.90
CONVERTIDORA 2	44011.81	177.63	24777.02	2733.87	204.75	1335.22	5538.03	252.47	2193.51	2006.43	324.79	637.76
HAMILTON 1	143234.98	37.50	381959.94	15726.39	47.33	31224.77	14494.56	63.00	23007.24	13092.47	83.61	15658.76
HAMILTON 2	14716.60	126.00	11679.84	31167.94	149.19	20990.82	33175.41	131.08	25308.64	20741.84	161.72	12825.60
MOW-CHAMPION	21912.55	375.00	5843.35	16284.57	743.26	2190.95	19186.48	787.50	2436.38	12555.74	1045.14	1615.05
FILE	13096.53	603.47	2170.20	5561.36	675.00	823.91	4767.39	777.78	2794.35	6088.19	861.79	704.82
CS-29	13337.31	451.17	2956.35	51988.47	565.78	9180.56	18389.01	658.13	2794.35	6088.19	861.79	704.82
97-H	28587.61	547.73	5219.25	13407.56	696.68	1924.49	13551.40	865.66	1565.43	10748.41	987.66	1088.27
BOLSA DE PAN 1	1064.88	36.16	2945.27	1176.58	42.45	2771.51	1218.11	50.31	2421.37	1525.98	51.65	2954.42
BOLSA DE PAN 3	1958.80	208.42	939.83	4179.61	289.61	1443.21	2729.16	328.42	830.99	1710.70	389.47	439.23
TROQUEL HIDRAULICO	6444.29	219.43	2936.85	3248.26	238.29	1363.18	5521.07	224.42	2460.20	2495.94	259.87	960.46
HALM	6843.64	37.99	18015.74	11358.31	47.53	23895.89	3381.02	63.31	5340.28	3637.96	79.48	4577.17
RYOBIC 1	3061.46	208.80	1466.22	11642.92	187.11	6222.50	8726.34	240.00	3635.98	2358.22	306.00	770.66
REBOBINADORA LLOREN	348.51	38.25	913.75	655.95	38.70	1894.97	324.28	42.72	759.08	308.11	46.92	656.67
CONTOMETRO 1	1158.91	97.20	1192.29	464.40	97.20	477.78	449.12	99.60	450.92	390.49	106.80	365.63
CONTOMETRO 2	302.17	105.60	296.14	663.87	110.40	601.13	1092.55	99.60	1096.94	801.27	109.20	275.89
CONTOMETRO 4	453.87	206.40	279.90	1252.77	208.80	599.98	4135.55	204.00	2027.23	316.34	208.80	151.50
CONTOMETRO 5	1999.36	100.00	1999.36	938.27	97.89	958.44	1100.50	98.95	1112.21	756.42	96.84	781.08
CONTOMETRO 6	228.90	218.40	104.81	309.18	220.80	140.03	391.96	220.80	177.52	308.12	223.20	138.05
CONTOMETRO 7	218.10	223.20	97.72	373.56	223.20	167.37	314.19	223.20	140.77	302.72	225.60	134.18
INTERCALADORA 1	163.08	70.59	231.03	139.46	76.46	177.75	434.21	106.99	495.85	311.68	115.96	269.79
INTERCALADORA 2	129.33	71.32	181.33	325.08	74.41	436.87	281.21	104.78	268.38	255.65	117.18	258.18

Tabla 6.42. Calculo de CMPX

MES	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
EQUIPO / DATOS	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)	CTMN	CTPX	CMPX (%)
LENOX 1	9280.16	634.62	1462.31	9907.92	607.28	1611.52	11713.65	635.32	1343.74	12407.40	633.79	1967.31
LENOX 2	9800.38	685.17	1430.35	19124.60	697.66	2741.26	14777.79	705.00	2096.14	10306.95	718.50	1434.51
PEMCOMAT 1	5136.26	601.74	853.56	3205.54	636.28	503.79	2099.83	649.53	323.28	2575.35	634.45	405.92
PEMCOMAT 2	4440.64	690.23	643.35	3854.55	690.00	558.63	2524.62	704.38	358.42	3206.85	719.92	445.44
GUILLOTINA 1	5439.69	361.50	1504.75	7266.99	356.83	2036.55	3509.91	376.80	911.50	4218.24	370.92	1137.23
GUILLOTINA 3	5262.49	354.79	1483.27	10502.67	374.25	2806.32	5425.14	362.05	1498.47	5157.84	368.32	1400.39
CONVERTIDORA 1	4581.61	664.13	689.87	4347.07	690.00	630.01	3056.67	705.00	413.57	5095.20	705.00	722.72
CONVERTIDORA 2	2117.01	276.59	705.39	3338.20	277.11	1204.67	1806.10	273.55	660.24	1347.82	285.08	472.70
HAMILTON 1	18322.07	87.75	20879.86	12702.90	96.81	13122.08	19934.10	99.14	20107.25	13691.72	100.94	13564.56
HAMILTON 2	16098.42	179.44	8971.26	21711.88	209.03	10387.08	17900.81	207.78	8035.36	15831.24	201.67	7950.20
MOW-CHAMPION	13172.53	942.50	1397.62	7039.80	1175.00	599.13	5777.66	1285.21	449.55	6973.77	1137.22	613.23
FILE	3176.24	895.83	954.56	3949.51	1124.86	951.11	2775.55	1093.75	251.76	2830.67	1031.25	274.40
CS-29	10395.36	1121.48	926.93	6587.73	1253.32	525.62	6350.60	1173.05	524.33	5345.65	1185.94	450.75
97-H	8078.40	1239.84	651.57	6529.16	1321.88	403.93	6086.59	1168.95	520.69	8371.62	1211.72	690.80
BOLSA DE PAN 1	1083.09	51.58	2099.82	1898.11	57.74	1287.37	1630.03	63.00	2547.35	1719.84	60.62	2836.97
BOLSA DE PAN 3	1452.22	322.24	450.67	1598.38	349.47	457.37	2029.73	347.37	584.32	1675.61	357.89	468.18
TROQUEL HIDRAULICO	2453.64	289.87	846.46	3027.39	286.75	1055.75	2762.28	265.91	1038.81	2590.35	277.79	932.48
HALM	3550.25	93.51	1796.80	3875.69	98.49	9334.97	2749.57	100.99	2222.20	2230.39	107.22	2080.18
RYOBIC 1	4328.05	327.60	1321.14	2441.98	327.66	745.28	2355.07	335.28	642.77	2025.39	342.90	590.66
REBOBINADORA LLORE	319.38	45.90	695.82	841.22	45.90	1812.73	297.40	46.92	613.85	603.50	46.41	1300.37
CONOMETRO 1	396.05	108.00	366.71	561.08	108.00	519.52	395.00	104.40	178.35	309.92	116.40	366.25
CONOMETRO 2	352.70	98.40	358.44	723.26	115.20	627.81	272.75	116.40	234.32	246.22	116.40	211.53
CONOMETRO 4	329.49	204.00	161.52	287.00	213.60	134.36	640.80	216.00	296.67	284.02	216.00	131.40
CONOMETRO 5	736.88	96.84	760.91	787.43	101.05	779.23	720.73	101.16	698.66	802.50	103.16	777.94
CONOMETRO 6	329.33	218.40	150.79	313.52	220.80	141.99	318.53	223.20	142.71	566.87	228.00	248.63
CONOMETRO 7	318.51	223.20	142.71	473.32	223.20	212.06	296.93	232.80	177.55	291.92	230.40	126.70
INTERCALADORA 1	255.65	117.18	218.18	255.65	117.18	218.18	199.63	118.40	168.61	255.65	117.18	218.18
INTERCALADORA 2	367.70	114.74	320.48	991.34	118.40	837.30	302.88	118.40	255.81	199.63	118.40	168.61

Tabla 6.43. Calculo de CMPX

Teniendo los cálculos efectuados, representamos gráficamente su evolución en el tiempo, como se muestra en las siguientes ilustraciones.

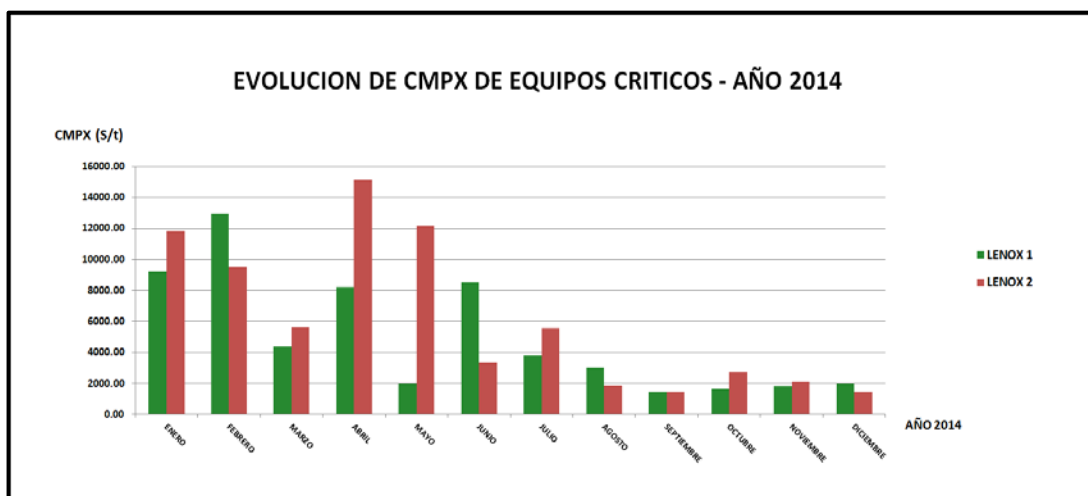


Figura 6.35. Evolución CMPX equipos críticos

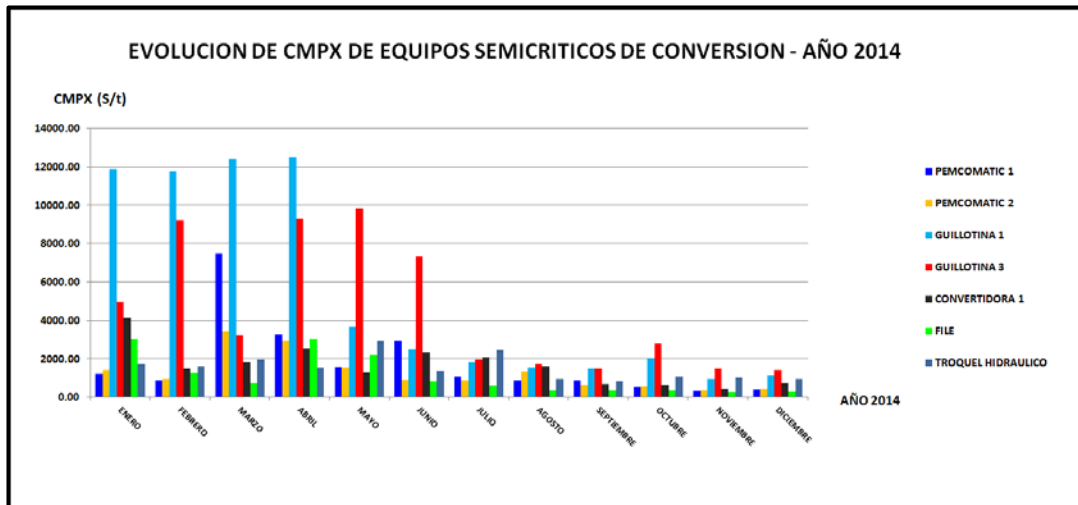


Figura 6.36. Evolución CMPX equipos semicríticos de conversión

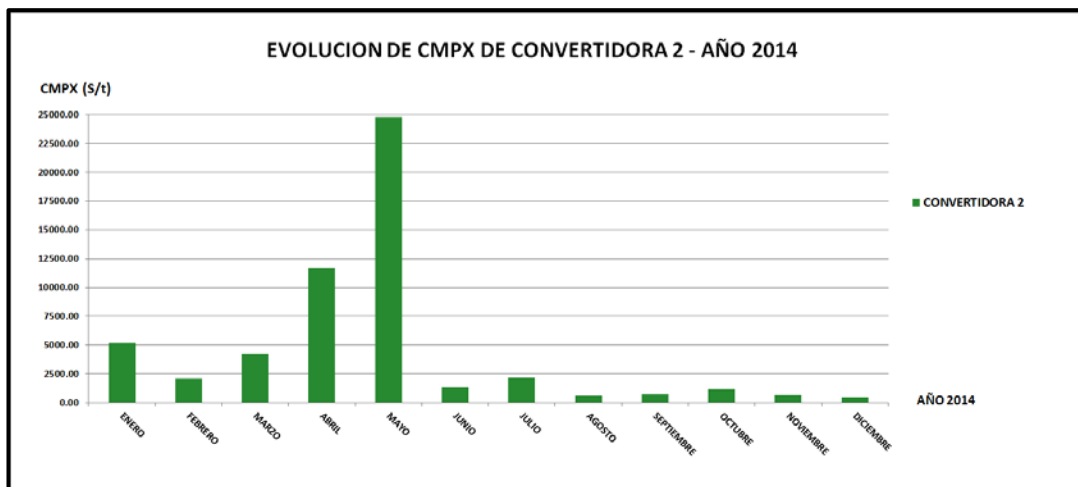


Figura 6.37. Evolución CMPX equipo Convertidora 2

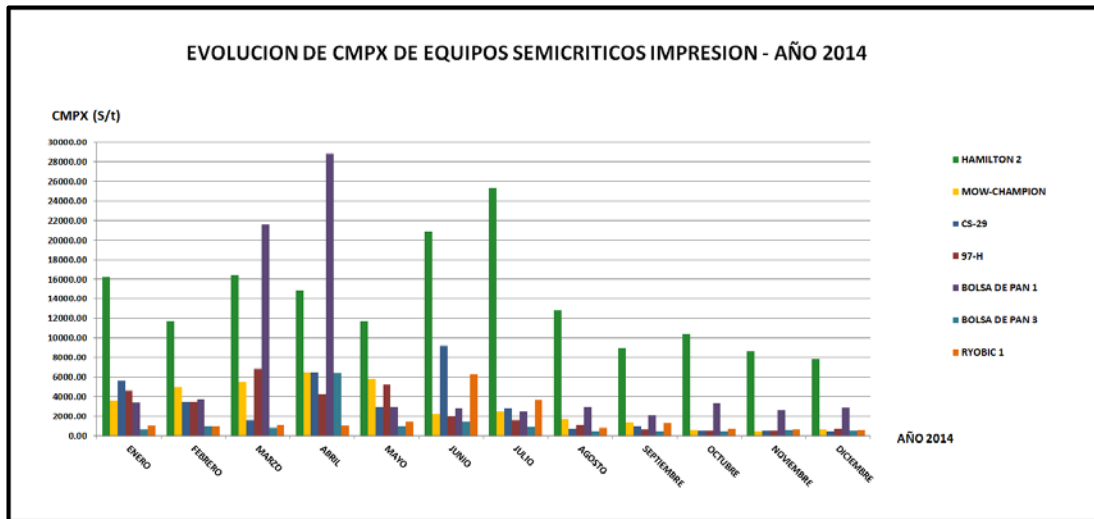


Figura 6.38. Evolución CMPX equipos semicríticos de impresión

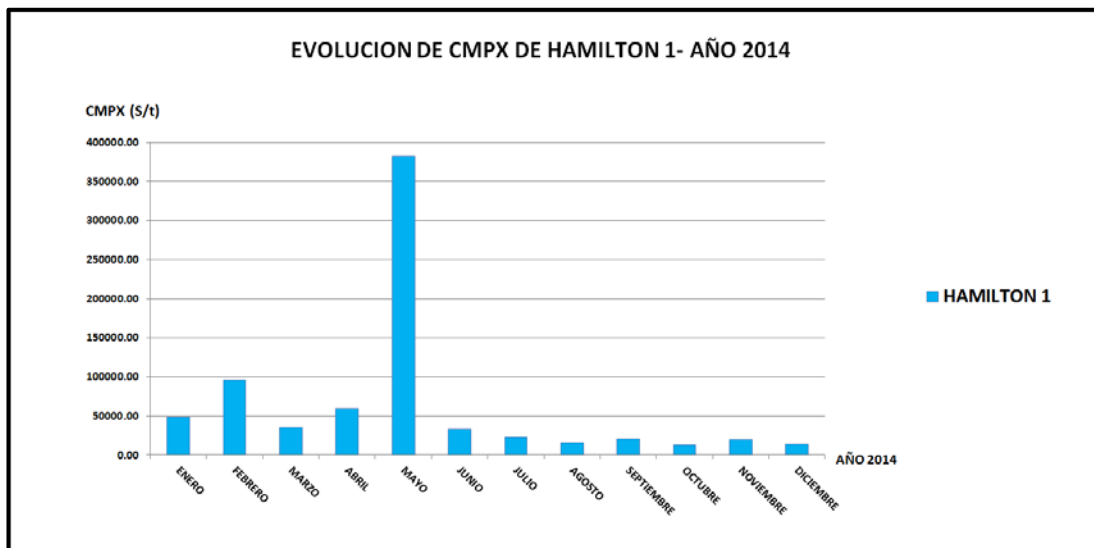


Figura 6.39. Evolución CMPX equipo impresora Hamilton 1

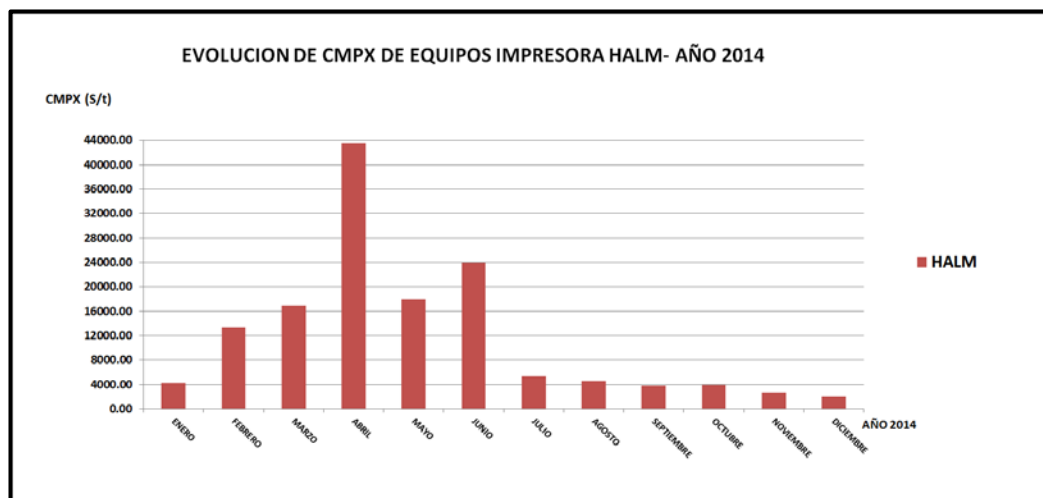


Figura 6.40. Evolución CMPX equipos impresora Halm

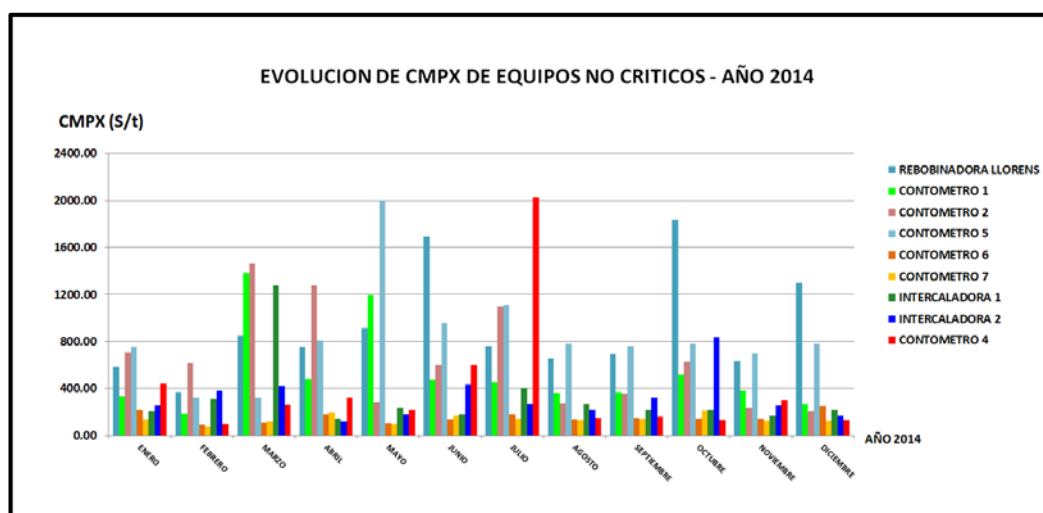


Figura 6.41. Evolución CMPX equipos no críticos

En los **equipos críticos**, durante el año 2014, observamos una tendencia decreciente. La influencia de costos del mantenimiento en las unidades producidas, llegan a establecerse entre **2000-3000 S/. / T**. Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos semicríticos de conversión**, durante el año 2014, observamos que la influencia de costos del mantenimiento en las unidades producidas (a excepción de las guillotinas), se mantienen entre **2000-3000 S/. / T.** Esto se debe a la antigüedad de los equipos (entre 20 y 30 años), el bajo costo empleado en las piezas a reemplazar o restaurar, y el alto costo de reproceso al perder su correcto funcionamiento.

En el caso de la **Convertidora 2**, se presenta una gran influencia desfavorable de los costos de mantenimiento sobre las unidades producidas con un valor de **25000 S/. / T.** Este es un claro ejemplo, cuando no se les da la debida importancia a los equipos semicríticos. El teclé eléctrico, que se encargaba de cargar las bobinas de papel a la máquina, había pasado muchos años sin un mantenimiento adecuado, esto originó que fallara y se tuviera que comprar uno nuevo. Esto originó retrasos en los programas. Después de esta situación crítica, se redujo a valores menores a **2000 S/. / T.** Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos semicríticos de impresión**, durante el año 2014, observamos que la influencia de costos del mantenimiento en las unidades producidas (a excepción de la impresora Hamilton 2), se mantienen entre **2000-3000 S/. / T.** Esto se debe a la antigüedad de los equipos (mayor a 30 años) y el alto costo de pérdida de materia prima al perder su correcto funcionamiento.

En el caso de la impresora **Hamilton 1**, se presenta una gran influencia desfavorable de los costos de mantenimiento sobre las unidades producidas con un alarmante valor de **400000 S/. / T.** Este es un claro ejemplo, cuando no se les da la debida importancia a los equipos semicríticos de impresión. Esta máquina había pasado muchos años sin un mantenimiento adecuado, sumado a su antigüedad (30

años). Esto originó grandes pérdidas económicas y retrasos en los programas. Después de esta situación crítica, se redujo a valores menores a **30000 S/. / T.** Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En el caso de la impresora **Halm**, se presenta una gran influencia desfavorable de los costos de mantenimiento sobre las unidades producidas con un alarmante valor de **440000 S/. / T.** Esta máquina había pasado muchos años sin un mantenimiento adecuado, sumado a su antigüedad (20 años). Esto originó retrasos en los programas. Después de esta situación crítica, se redujo a valores menores a **30000 S/. / T.** Esto se debe a las buenas prácticas del mantenimiento preventivo (inspecciones, lubricación e intervenciones programadas).

En los **equipos no críticos**, durante el año, observamos que la influencia de los costos de mantenimiento sobre producción fluctúa entre **400-2000 S/. / T.** Al ser sus valores muy bajos con respecto a los otros, sumado a su condición de criticidad, no afecta el proceso productivo.

6.4.4 Costos 2013 VS Costos 2014

Teniendo los costos establecidos, se realiza un comparativo con el año anterior (2013), y podemos observar el ahorro conseguido, como se muestra en la siguiente tabla.

	COSTOS 2014	COSTOS 2013	AHORRO
LENOX 1	S/. 308,401.58	S/. 342,552.91	S/. 34,151.33
LENOX 2	S/. 393,536.37	S/. 429,846.79	S/. 36,310.42
PEMCOMATIC 1	S/. 101,466.71	S/. 121,082.85	S/. 19,616.14
PEMCOMATIC 2	S/. 88,234.18	S/. 104,865.55	S/. 16,631.37
GUILLOTINA 1	S/. 177,181.14	S/. 185,289.76	S/. 8,108.62
GUILLOTINA 3	S/. 168,106.71	S/. 180,846.88	S/. 12,740.17
CONVERTIDORA 1	S/. 104,216.74	S/. 120,049.66	S/. 15,832.92
CONVERTIDORA 2	S/. 110,564.62	S/. 94,931.24	S/. -15,633.38
HAMILTON 1	S/. 381,879.06	S/. 359,630.10	S/. -22,248.96
HAMILTON 2	S/. 250,475.28	S/. 266,844.69	S/. 16,369.41
MOW-CHAMPION	S/. 212,292.57	S/. 235,555.58	S/. 23,263.01
FILE	S/. 90,763.35	S/. 98,115.66	S/. 7,352.31
CS-29	S/. 231,857.19	S/. 243,272.14	S/. 11,414.95
97-H	S/. 234,569.34	S/. 247,655.55	S/. 13,086.21
BOLSA DE PAN 1	S/. 25,074.77	S/. 27,344.88	S/. 2,270.11
BOLSA DE PAN 3	S/. 32,164.38	S/. 30,933.43	S/. -1,230.95
TROQUEL HIDRAULICO	S/. 40,496.93	S/. 42,340.85	S/. 1,843.92
HALM	S/. 72,829.13	S/. 62,135.42	S/. -10,693.71
RYOBIC 1	S/. 44,803.70	S/. 47,581.50	S/. 2,777.80
REBOBINADORA LLOR	S/. 4,887.91	S/. 5,003.33	S/. 115.42
CONTOMETRO 1	S/. 6,645.26	S/. 5,343.77	S/. -1,301.49
CONTOMETRO 2	S/. 8,255.95	S/. 5,666.22	S/. -2,589.73
CONTOMETRO 4	S/. 10,267.34	S/. 7,310.22	S/. -2,957.12
CONTOMETRO 5	S/. 10,267.05	S/. 9,606.74	S/. -660.31
CONTOMETRO 6	S/. 4,194.46	S/. 4,456.55	S/. 262.09
CONTOMETRO 7	S/. 3,841.32	S/. 4,660.66	S/. 819.34
INTERCALADORA 1	S/. 3,532.85	S/. 3,408.66	S/. -124.19
INTERCALADORA 2	S/. 3,868.60	S/. 3,505.44	S/. -363.16
	S/. 3,124,674.46	S/. 3,289,837.03	S/. 165,162.57

Tabla 6.44. Costos 2013 vs 2014

En los **equipos críticos**, se observa un ahorro de S/. 70,461 anuales (casi un 43% del total), lo cual nos indica la importancia de estos equipos en el proceso productivo.

En los **equipos semicríticos de conversión**, la mayoría de los equipos ha generado ahorros, a excepción de la Convertidora 2. Como se mencionó anteriormente, la falla del teclé eléctrico en dicha máquina generó un incremento de

costos en más de S/. 15,000 anuales. Pese a esto, con las acciones acertadas en la gestión de los equipos en general, se obtiene un ahorro de S/. 66,492 anuales (40% del total).

En los **equipos semicríticos de impresión**, se observa un ahorro de S/. 35,000 anuales. A comparación de los equipos anteriores, es mucho menor debido a dos escenarios: están los equipos que generaron ahorros y los que generaron pérdidas, como las maquinas Halm, Hamilton 1 y la Bolsa de Pan 3. Estas máquinas habían pasado muchos años sin un mantenimiento adecuado, sumado a su antigüedad (30 años). También se da esta situación, debido a que las pérdidas en las maquinas impresoras por operación, materia prima y reproceso son muy altas. Pese a ello, ha sido posible este ahorro debido a una correcta gestión en los equipos.

En los **equipos no críticos**, se observa una pérdida de S/. 15,000 anuales. Esto se debe a que se tomó por prioridad los equipos más críticos y su influencia en la producción. Además, al contratar producción a trabajadores con un nivel inferior al requerido para operar las maquinas, dio como consecuencia los costos por reparación.

6.4.5. Elaboración del Presupuesto Anual

Al determinarse los tipos de costos, su comportamiento y establecer sus tendencias, es posible elaborar una estructura presupuestaria entendible, transparente y jerarquizada. Para la elaboración del presupuesto propuesto para el año siguiente (2015) a la etapa de implementación del sistema de gestión, se tomó en cuenta la siguiente clasificación de presupuesto:

- **Trabajos de Mantenimiento;** que fue realizado por equipo teniendo en cuenta los siguientes criterios: nivel de criticidad (alta, media o baja), grado de mantenimiento (ordinario o extraordinario), tipo de mantenimiento

(preventivo o correctivo), tipo de actividad, estado de mantenimiento (interno, externo o materiales).

- **Servicios de Mantenimiento;** fue realizado tanto para equipo como para actividad prestada por terceros. Se tuvo en cuenta los siguientes criterios: nivel de criticidad (alta, media o baja), grado de mantenimiento (ordinario o extraordinario), tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo), tipo de actividad y estado de mantenimiento (interno, externo o materiales).
- **Mano de Obra de Mantenimiento;** se realizó en base a la función del personal y rol según el organigrama de trabajo. Se estableció los siguientes criterios: rol de trabajo (turno horario), tipo de función (línea o staff), tipo de personal (según organigrama), tipo de trabajo (jornada normal u horas extras) y tarifa costo hora-hombre (según hora normal o sobretiempo). Cabe destacar que el personal de staff(jefe y supervisores), se incluyen como costos indirecto en el presupuesto
- **Recursos de Mantenimiento;** son aquellos materiales necesarios para la ejecución de trabajos exclusiva del mantenimiento de planta, que es propio del departamento y de sus colaboradores. Se estableció los siguientes criterios: herramientas (para la ejecución de trabajos con “llave en mano”) y consumibles (materiales que se utilizan y terminan con el trabajo mismo).

Establecida, desarrollada y aprobada el presupuesto anual, se muestra a continuación, un resumen según los campos estudiados. El desglose total del presupuesto anual 2015, se encuentra ubicada en el anexo adjunto.

RESUMEN POR TRABAJOS DE MANTENIMIENTO			
CENTRO DE COSTO	TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD	CATEGORIA
LENOX 1	S/. 46,000.00	ALTA	EQUIPOS
LENOX 2	S/. 46,000.00	ALTA	EQUIPOS
PEMCOMATIC 1	S/. 12,400.00	MEDIA	EQUIPOS
PEMCOMATIC 2	S/. 12,400.00	MEDIA	EQUIPOS
GUILLOTINA 1	S/. 12,000.00	MEDIA	EQUIPOS
GUILLOTINA 3	S/. 12,000.00	MEDIA	EQUIPOS
CONVERTIDORA 1	S/. 12,200.00	MEDIA	EQUIPOS
CONVERTIDORA 2	S/. 9,600.00	MEDIA	EQUIPOS
HAMILTON 1	S/. 22,600.00	MEDIA	EQUIPOS
HAMILTON 2	S/. 23,000.00	MEDIA	EQUIPOS
MOW CHAMPION	S/. 24,200.00	MEDIA	EQUIPOS
FILE	S/. 16,000.00	MEDIA	EQUIPOS
CS-29	S/. 23,800.00	MEDIA	EQUIPOS
97-H	S/. 23,000.00	MEDIA	EQUIPOS
BOLSA DE PAN 1	S/. 3,600.00	MEDIA	EQUIPOS
BOLSA DE PAN 3	S/. 3,600.00	MEDIA	EQUIPOS
HALM	S/. 8,200.00	MEDIA	EQUIPOS
RYOBIC	S/. 8,200.00	MEDIA	EQUIPOS
TROQUEL HIDRAULICO	S/. 10,200.00	MEDIA	EQUIPOS
CONTOMETRO 1	S/. 2,600.00	BAJA	EQUIPOS
CONTOMETRO 2	S/. 3,200.00	BAJA	EQUIPOS
CONTOMETRO 4	S/. 3,200.00	BAJA	EQUIPOS
CONTOMETRO 5	S/. 2,500.00	BAJA	EQUIPOS
CONTOMETRO 6	S/. 2,600.00	BAJA	EQUIPOS
CONTOMETRO 7	S/. 2,600.00	BAJA	EQUIPOS
REBOBINADORA LLORENS	S/. 2,500.00	BAJA	EQUIPOS
INTERCALADORA 1	S/. 1,300.00	BAJA	EQUIPOS
INTERCALADORA 2	S/. 1,300.00	BAJA	EQUIPOS
TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	S/. 350,800.00		

Tabla 6.45. Resumen de presupuesto por trabajos de mantenimiento

RESUMEN POR SERVICIOS DE MANTENIMIENTO			
CENTRO DE COSTO	TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD	CATEGORIA
SALA DE COMPRESORES	S/. 16,000.00	ALTA	SERVICIOS
SALA DE BOMBAS	S/. 8,000.00	ALTA	SERVICIOS
GRUPO ELECTROGENO	S/. 4,000.00	ALTA	SERVICIOS
TRANSFORMADOR	S/. 5,000.00	ALTA	SERVICIOS
ASCENSOR DE ALMACEN	S/. 5,000.00	ALTA	SERVICIOS
ASCENSOR DE REFILE	S/. 4,000.00	ALTA	SERVICIOS
ENERGIA ELECTRICA	S/. 220,000.00	ALTA	SERVICIOS
AGUA Y ALCANTARILLADO	S/. 288,000.00	ALTA	SERVICIOS
SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	S/. 550,000.00		

Tabla 6.46. Resumen de presupuesto por servicios de mantenimiento

RESUMEN POR MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO			
CENTRO DE COSTO	TOTAL	ESTADO	CATEGORIA
TECNICO MECANICO	S/. 114,550.00	COSTO DIRECTO	RECURSOS HUMANOS
TECNICO ELECTRICO	S/. 93,725.00	COSTO DIRECTO	RECURSOS HUMANOS
TECNICO DE APOYO	S/. 20,850.00	COSTO DIRECTO	RECURSOS HUMANOS
JEFE DE MANTENIMIENTO	S/. -	COSTO INDIRECTO	RECURSOS HUMANOS
PLANNER DE MANTENIMIENTO	S/. -	COSTO INDIRECTO	RECURSOS HUMANOS
SUPERVISOR DE TRANSPORTE	S/. -	COSTO INDIRECTO	RECURSOS HUMANOS
MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	S/. 229,125.00		

Tabla 6.47. Resumen de presupuesto por mano de obra de mantenimiento

RESUMEN POR RECURSOS DE MANTENIMIENTO			
CENTRO DE COSTO	TOTAL	ESTADO	CATEGORIA
HERRAMIENTAS	S/. 7,500.00	COSTO DIRECTO	EQUIPOS
CONSUMIBLES	S/. 7,200.00	COSTO DIRECTO	EQUIPOS
RECURSOS DE MANTENIMIENTO	S/. 14,700.00		

Tabla 6.48. Resumen de presupuesto por recursos de mantenimiento

RESUMEN DEL PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO 2015			
TIPO DE COSTO	TOTAL	OBSERVACION	AÑO
TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	S/. 350,800.00	SEGÚN PLAN Y OTS	2015
MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	S/. 229,125.00	SEGÚN TURNOS Y COBERTURA	2015
RECURSOS DE MANTENIMIENTO	S/. 14,700.00	SEGÚN USO DEL PERSONAL	2015
SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	S/. 550,000.00	SEGÚN CONSUMO DE PLANTA	2015
COSTO DIRECTO MANTENIMIENTO	S/. 1,144,625.00	100% CUMPLIMIENTO	2015
COSTO INDIRECTO MANTENIMIENTO	S/. 286,156.25	20% DE COSTO TOTAL	2015
COSTO GLOBAL NETO 2015	S/. 1,430,781.25	SIN CONSIDERAR TIEMPOS PERDIDOS	2015
COSTO GLOBAL NETO 2014	S/. 1,041,404.60	SIN CONSIDERAR TIEMPOS PERDIDOS	2014

Tabla 6.49. Resumen de presupuesto anual de mantenimiento 2015

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO

En una organización, las buenas prácticas son las acciones que marcan la diferencia y son determinantes en el éxito de un objetivo que se desea alcanzar. En el área de mantenimiento, cuyo fin es velar por correcto desempeño de los equipos, desarrolla según sea el contexto, las acciones necesarias para cumplir con sus objetivos.

Con el empleo de los Indicadores de Mantenimiento, podemos controlar los factores más importantes del área y observar el desempeño de su trabajo en conjunto con Producción. Sin embargo, esto no es suficiente, también es imprescindible evaluar los resultados y acciones aplicadas en contraste con los objetivos planteados inicialmente.

Para hacerlo, utilizamos las siguientes herramientas: ***Auditoría de Mantenimiento*** (cuestionario de evaluación de desempeño) y el ***Cuadro de Mando Integral*** (tabla de objetivos y metas acorde a los intereses de la organización).

7.1 Auditoria de Mantenimiento

RESUMEN DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO			
ASPECTOS CONSIDERADOS	VALOR REAL	CALIFICACION	VALOR OBJETIVO
CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCION	4.33	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS	4.33	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	4.08	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
MANEJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO	4.07	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	4.13	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00

Tabla 7.1. Resumen general del mantenimiento actual

CATEGORIAS DEL MANTENIMIENTO			
ASPECTOS CONSIDERADOS	VALOR REAL	CALIFICACION	VALOR OBJETIVO
SECTORIZACION DE LA PLANTA	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	4.33	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS	3.67	ASPECTO REGULAR	4.00
INFORMACION DE LOS EQUIPOS	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
INFORMACION DEL MANTENIMIENTO	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
INFORMACION SOBRE MANEJO DE RECURSOS	4.50	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
INFORMACION SOBRE INDICADORES	3.67	ASPECTO REGULAR	4.00
INFORMACION SOBRE MANEJO DEL PERSONAL	3.00	ASPECTO REGULAR	4.00
INTEGRACION DE LA GENTE DE OPERACIONES	4.20	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
PROGRAMACION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
ANTECEDENTES PARA PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO	3.50	ASPECTO REGULAR	4.00
GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION	4.67	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPOS	3.50	ASPECTO REGULAR	4.00
ANALISIS DE REEMPLAZO A LA FALLA O GRUPAL DE PARTES	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
ANALISIS EVOLUCION DE LOS COSTOS	4.00	ASPECTO REGULAR	4.00
ANALISIS PARA EL MANTENIMIENTO PROPIO O TERCERIZACION	3.67	ASPECTO REGULAR	4.00
CAPACIDAD DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES	3.50	ASPECTO REGULAR	4.00
ADMINISTRACION DE TRABAJOS	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO	5.00	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
MANEJO DE RELACIONES HUMANAS	4.20	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO	4.00
MANEJO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS	3.00	ASPECTO REGULAR	4.00

Tabla 7.2. Resumen por categorías del mantenimiento actual

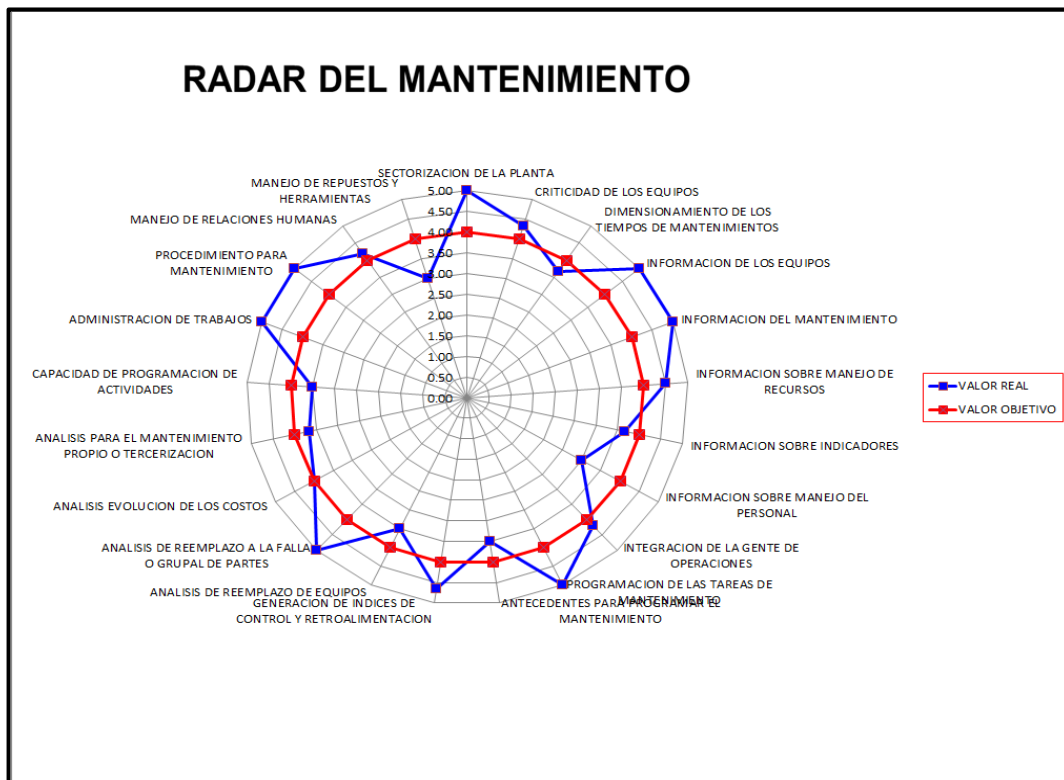


Figura 7.1. Radar general de Mantenimiento

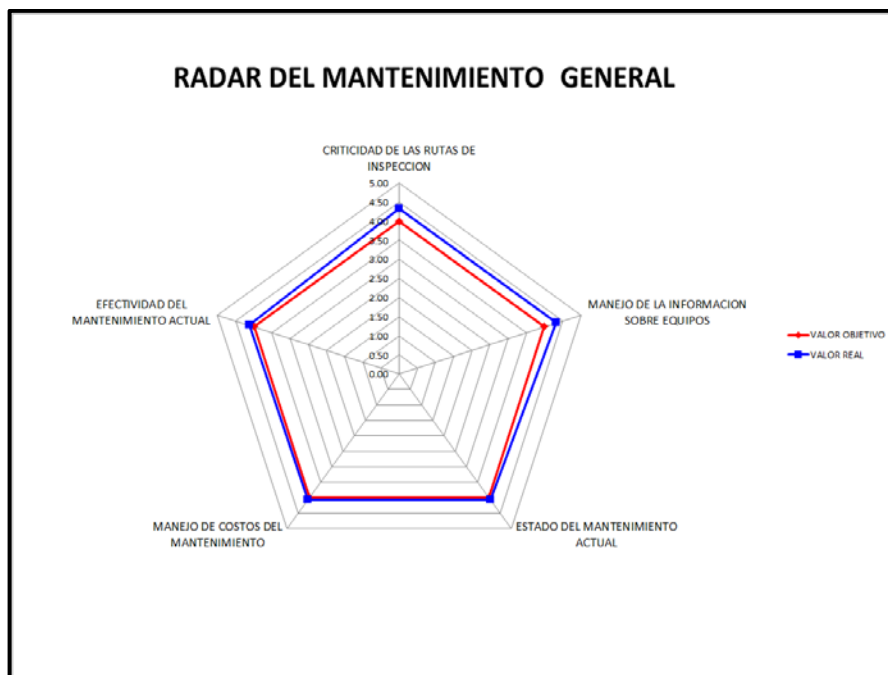


Figura 7.2. Radar por categorías de Mantenimiento

7.2 Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento

TIPO DE GESTION	INDICADOR DE MANTENIMIENTO	VALORES	OBSERVACION
EQUIPOS	DISPONIBILIDAD GENERICA	78%	UTILIZAR
EQUIPOS	DISPONIBILIDAD INHERENTE	98%	USAR MTBF Y MTTR
RECURSOS HUMANOS	COBERTURA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	20 HR-HB/1000 HR	UTILIZAR
RECURSOS HUMANOS	COBERTURA MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1 HR-HB/1000 HR	UTILIZAR
TRABAJOS	CUMPLIMIENTO TRABAJOS PREVENTIVOS	75%	UTILIZAR
TRABAJOS	CUMPLIMIENTO PROGRAMACION	70%	UTILIZAR
ECONOMICA	COSTO MANTENIMIENTO POR PRODUCCION	1500 S././T.	UTILIZAR
ECONOMICA	COSTOS PLANIFICADOS DE MANTENIMIENTO	50%	UTILIZAR

Tabla 7.3. Indicadores de Mantenimiento

OBJETIVO ESTRATEGICO	INDICADOR KPI	VALOR META	PLAN DE ACCION	PERSPECTIVA
REDUCCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO SOBRE UNIDADES PRODUCIDAS DE BUENA CALIDAD	COSTO DE MANTENIMIENTO POR UNIDADES PRODUCIDAS (S././T.)	INICIAL: 1500 S././T. META: 1000 S././T.	CONTROLAR LOS COSTOS EXTERNOS Y FALLAS PREVENIBLES	FINANCIERAS
REDUCCION DE COSTOS DE SUBCONTRATACION DE TRABAJOS DE REPARACION EN FALLAS ELECTROMECANICAS	COSTO POR SUBCONTRATACION (10 ^{^3} S./.)	INICIAL: 180 X10 ^{^3} S./. META: 120 X10 ^{^3} S./.	EVALUAR COSTOS Y CALIDAD DE LOS TRABAJOS A SUBCONTRATAR	FINANCIERAS
ELIMINAR PERDIDAS O PENALIDADES POR CALIDAD DEL PRODUCTO	COSTOS POR TIEMPOS PERDIDOS (10 ^{^6} S./.)	INICIAL: 1.8 X 10 ^{^6} S./. META: 1 X 10 ^{^6} S./.	MEJORAR EL CONTROL Y OPERACIÓN DE LA CONVERSION E IMPRESIÓN DEL PAPEL	FINANCIERAS
AUMENTAR LA CAPACIDAD PRODUCTIVAS DE LA SALA DE MAQUINAS	DISPONIBILIDAD GENERICA	INICIAL: 80% META: 90%	MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN LA SALA DE MAQUINAS	CUENTES
REDUCIR LAS FALLAS DE LARGA DURACION ,QUE GENERAN INCUMPLIMIENTOS Y RETRAZOS EN EL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION	TIEMPO MEDIO PARA REPARAR (MTTR)	INICIAL: 3 HORAS META: 1 HORA	MEJORAR LA RESPUESTA INTERNA A FALLAS ELECTROMECANICAS	CUENTES
OBTENER LA CERTIFICACION DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD ISO 9001	OBTENCION DE REQUISITOS Y CONFORMIDAD SEGÚN ISO 9001	AUDITORIA INTERNA : 6 MESES CERTIFICACION: 10 MESES	REALIZAR AJUSTES NECESARIOS EN INSTALACIONES, DOCUMENTACION Y PROCEDIMIENTOS CONFORME A LA ISO 9001	CUENTES
GARANTIZAR LA EJECUCION DE LAS ORDENES PROGRAMADAS EN EL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACION	INICIAL: 70% META: 100%	ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO CON DESGLOSE DE ACTIVIDADES Y DATOS TECNICOS	PROCESOS
LOGRAR UNA MAYOR AUTONOMIA EN LA ACTIVIDADES BASICAS DE MANTENIMIENTO POR PARTE DEL OPERADOR	COBERTURA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	INICIAL: 55% META: 90%	RUTAS DE INSPECCION , LUBRICACION Y LIMPIEZA.	PROCESOS
REGULAR Y CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	VALOR DE DESEMPEÑO	INICIAL: 4 META: 5	AUDITORIAS DE MANTENIMIENTO	PROCESOS
MEJORAR EL GRADO DE FORMACION DEL PERSONAL TECNICO EN LOS TRABAJOS ELECTROMECANICOS DE LOS EQUIPOS	PORCENTAJE DE FORMACION	INICIAL: 0% META: 100%	CURSOS DE SOLDADURA, CIENCIA DE MATERIALES, ELECTRONICA INDUSTRIAL Y SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS.	APRENDIZAJE
FORMACION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION EN HERRAMIENTAS DE GESTION	ACCIONES DE FORMACION	INICIAL: 0 META: 3	GESTION DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION	APRENDIZAJE
CREACION DE EQUIPOS DE TRABAJO PARA SOLUCION DE PROBLEMAS Y PLANES DE MEJORA	ACCIONES DE SOLUCION Y MEJORAS	INICIAL: 0 META: 3	DEBE ESTAR CONFORMADO POR REPRESENTANTES DE LAS AREAS INVOLUCRADAS (MANTENIMIENTO Y PRODUCCION)	APRENDIZAJE

Tabla 7.4. Cuadro de Mando Integral del mantenimiento

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La correcta implementación, puesta en marcha y su correcto funcionamiento del nuevo sistema de mantenimiento en la planta convertidora de papel, nos permitieron generar un beneficio económico anual de aproximadamente S/. 30'000,000 (un incremento de 5%). Esto es un buen incentivo, para seguir mejorando y buscar oportunidades de desarrollo.
- De acuerdo a las estadísticas efectuadas, el costo por mantenimiento de los equipos electromecánicos de producción en el año 2013, en la planta convertidora de papel, era de S/. 3'289,837 anuales. Después de implementar el sistema de gestión en el año 2014, dichos costos se reducen a un 5% menos (S/. 3'124,674 anuales), generándose un ahorro de S/. 165,162.
- El Cuadro de Mando Integral, con el apoyo de los Indicadores clave de Desempeño (KPI), es una poderosa herramienta que utilizando los factores técnicos y económicos del Mantenimiento, visualiza los objetivos y metas del mantenimiento acorde a los intereses de la organización.

- El Presupuesto Anual de Mantenimiento nos permite estimar y evaluar el costo que efectuará el mantenimiento en un año natural, teniendo en cuenta los eventos y/o desviaciones si esto ocurriese. En consecuencia, generará ahorros y una mejor disposición de recursos.
- En la implementación de un Sistema de Gestión del Mantenimiento de Equipos, no se realiza de manera inmediata. Es necesario establecer las bases y requisitos, teniendo en cuenta el cambio cultural organizacional que es uno de los obstáculos más comunes y difíciles de superarlos o reducirlos. Por lo tanto, es recomendable para este escenario, proyectarnos en un horizonte de mediano plazo (6 meses – 1 año), hacer la puesta en marcha del Sistema de Gestión para garantizar su buen funcionamiento.
- Al tener una clasificación general de repuestos críticos y su naturaleza, podemos establecer que repuestos necesariamente deben estar según sus requerimientos y nivel de urgencia: en el almacén central, en la oficina de mantenimiento, en la oficina de producción, en el área de trabajo, etc.
- Con la puesta en marcha del sistema de gestión aplicado al mantenimiento de los equipos del proceso productivo y sus sistemas auxiliares, se puede integrar las funciones del departamento correspondientes a Servicios Generales, Transporte y Montacargas. De esta manera mejorará la intervención del Mantenimiento y su interrelación con otros departamentos de la organización.

Recomendaciones:

- Para una mayor efectividad en la gestión del mantenimiento, debemos contar con el apoyo y participación de los demás departamentos que componen la empresa. Esto es una forma de demostrar que las acciones van en la dirección acorde a lo que la organización necesita en búsqueda de la excelencia.
- Para un mejor desempeño del personal de mantenimiento y las partes involucradas en los trabajos (producción y operaciones), es necesario capacitarlos y mejorar el grado de formación. Esto nos permitirá formar grupos de trabajo y asignar roles básicos de mantenimiento de rutina para utilizar la mano de obra en otras actividades.
- La gestión de la información, sobre todo en equipos y trabajos del mantenimiento, para facilitar la documentación, registro y actualización de la dinámica base de datos que nos ofrece el día a día, debe ser soportado por un correcto y sólido sistema computarizado.
- Es necesario mejorar la codificación y ubicación de los materiales y repuestos de los equipos, para una mejor identificación, evitar confusiones y retrasos innecesarios.

BIBLIOGRAFÍA

CLÁSICA:

- INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Y FIABILIDAD APLICADA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS Crespo Márquez, Adolfo - Parra Márquez, Alberto. INGEMAN 2012 - España
- MANTENIMIENTO ESTRATÉGICO PARA EMPRESAS DE SERVICIOS Y/O INDUSTRIALES Mora Gutiérrez, Alberto. COPIMAN 2005 – Colombia
- TPM EN INDUSTRIAS DE PROCESO Tokutaru Suzuki. JIPM 1992 - Japón
- MAINTENANCE PLANNING, COORDINATION AND SCHEDULING Don Nyman - Joel Levitt. Industrial Press New York. 2010 - EEUU
- MANUALES DE EQUIPOS DE LA INDUSTRIA DEL PAPEL Lenox Tools, Winkler- Donnebier, Wohlemberg, MO Printer, Hamilton Tools.1978-1992
- ANÁLISIS TÉCNICO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA DE HARINA DE PESCADO DE 60 TON/HR DE CAPACIDAD Rojas Mesías, Cesar Hugo. Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Mecánica. 2007 – Perú
- MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA Gamarra Villacorta, Fernando. Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Mecánica. 2009 – Perú

INTERNET:

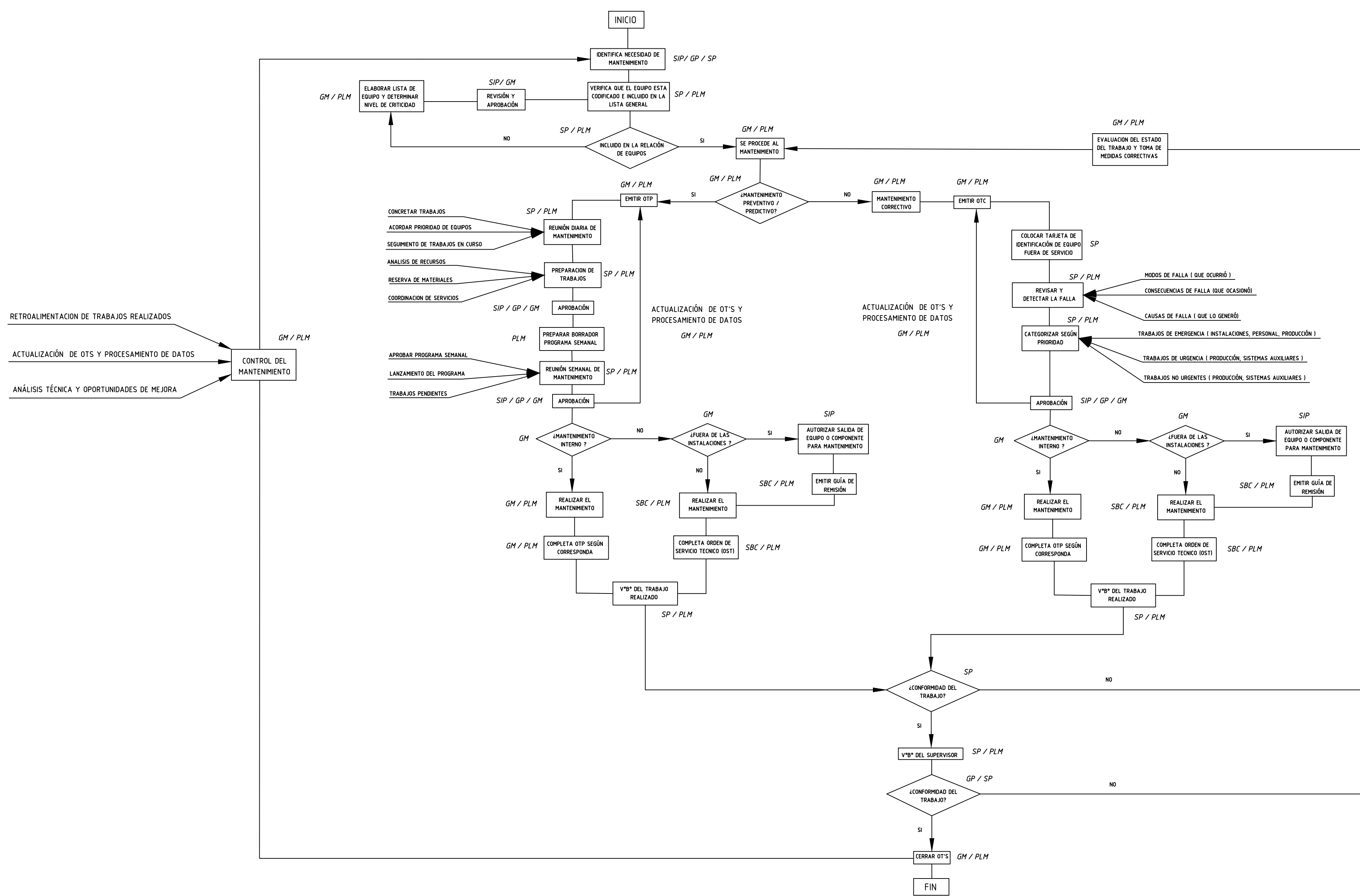
- CHARLAS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ESPINOZA FUENTES. UNIVERSIDAD DE TALCA - CHILE. AÑO 2013

[http://www.academia.edu/12633637/Charlas para la gesti%C3%B3n d el mantenimiento Fernando Espinosa Fuentes](http://www.academia.edu/12633637/Charlas_para_la_gesti%C3%B3n_d_el_mantenimiento_Fernando_Espinosa_Fuentes)

- INDICADORES DE EFICIENCIA PARA MANTENIMIENTO ESPINOZA FUENTES. UNIVERSIDAD DE TALCA - CHILE. AÑO 2013
<http://docplayer.es/815602-Charlas-para-la-gestion-del-mantenimiento-fernando-espinosa-fuentes.html>
- GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ESPINOZA FUENTES. UNIVERSIDAD DE TALCA - CHILE. AÑO 2013
<http://es.slideshare.net/ErickZavaleta/gestion-del-mantenimiento-industrial>
- ADMINISTRACIÓN DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO, COSTOS & PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO VÍCTOR MANRÍQUEZ. IPEMAN- PERÚ. AÑO 2015. <http://es.slideshare.net/vmanriquez62/administracin-de-indicadores-de-mantenimiento>
- GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO VÍCTOR MANRÍQUEZ. IPEMAN- PERÚ. AÑO 2015. <http://es.slideshare.net/vmanriquez62/gestin-del-mantenimiento>
- SISTEMAS DE IMPRESIÓN PHOTO MAGAZINE. ARGENTINA. AÑO 2011.
<http://www.photomagazine.com.ar/2011/07/los-sistemas-de-impresion/>
- SISTEMA ENTINTADOR DE UNA MAQUINA OFFSET OFICIO GRAFICO. BUENOS AIRES - ARGENTINA. AÑO 2014.
[http://oficiografico.com/vernota.asp?notad=181&Titulo=El+sistema+en tintador+de+una+m%C3%A1quina+offset](http://oficiografico.com/vernota.asp?notad=181&Titulo=El+sistema+en+tintador+de+una+m%C3%A1quina+offset)

ANEXO

MODELO DE SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO



NOMENCLATURA DE FUNCIONES	
SIP	SUPERINTENDENTE DE PLANTA
GM	SUBGERENTE DE MANTENIMIENTO
GP	SUBGERENTE DE PRODUCCIÓN
PLM	PLANIFICADOR DE MANTENIMIENTO
SP	SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN
SBC	SUBCONTRATISTA DE MANTENIMIENTO

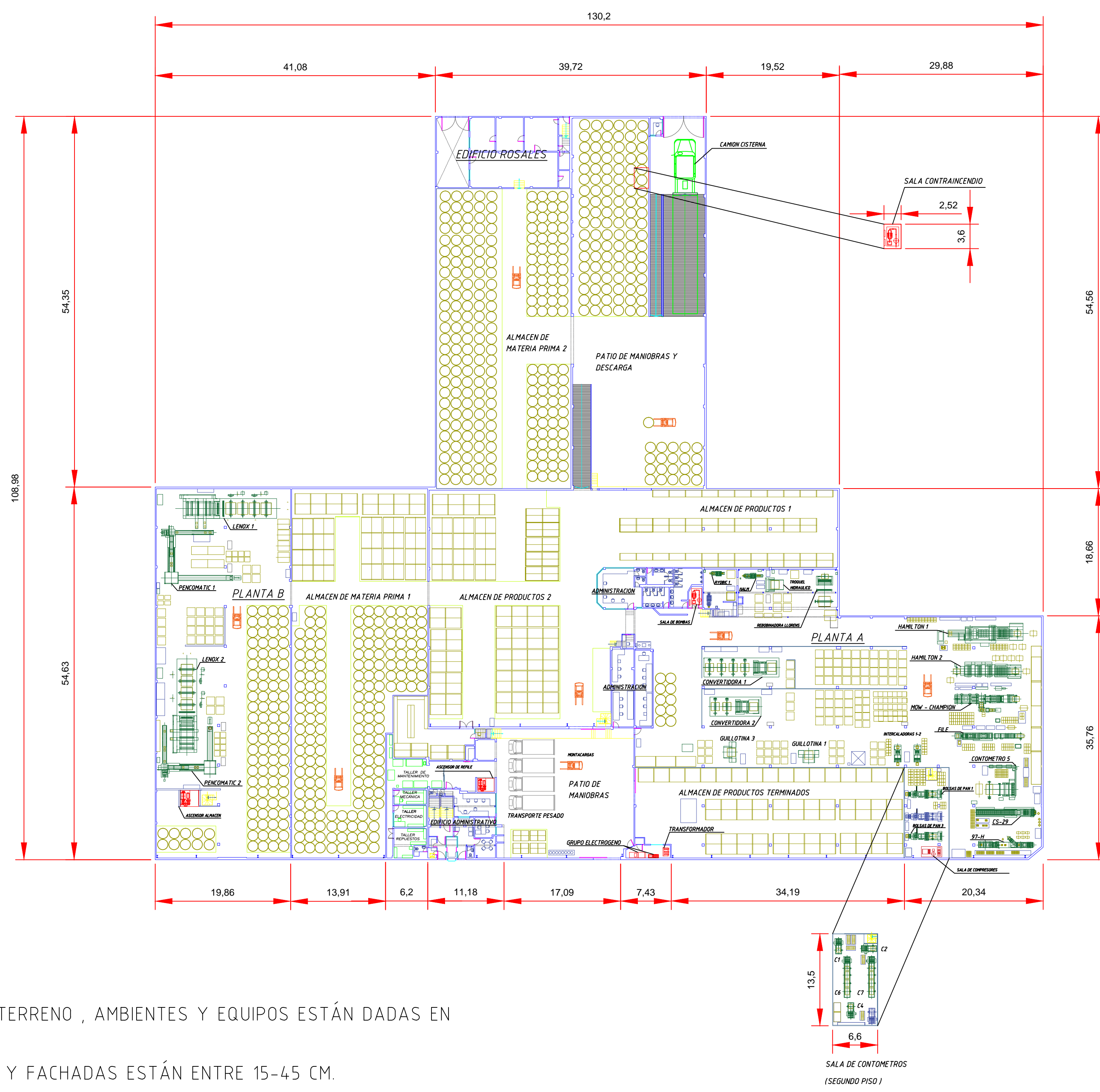
NOTAS:

DISEÑO:	CHRISTOPHER MAYO	10/6/17
DIBUJO:	CHRISTOPHER MAYO	15/6/17
REVISO:	ING. ENRIQUE SARMIENTO	4/7/17
APROBADO:	ING. ENRIQUE SARMIENTO	4/7/17

MODELO DE SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA CONVERTIDORA DE PAPEL
ESCALA S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
"IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA CONVERTIDORA DE PAPEL DE 10 T/HR."

PLANTA CONVERTIDORA DE PAPEL



NOTAS:

- 1.- LAS DIMENSIONES DEL TERRENO , AMBIENTES Y EQUIPOS ESTÁN DADAS EN METROS.
- 2.- EL ESPESOR DE MUROS Y FACHADAS ESTÁN ENTRE 15-45 CM.
- 3.- LAS ELEVACIONES DEL PATIO DE MANIOBRAS Y DESCARGA TIENEN DE PENDIENTE 5-10%.
- 4.- LA SALA DE CONTÓMETROS SE UBICA EN UN SEGUNDO PISO A H= 4.2 Mts.

LISTA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN			
ITEM	EQUIPO/TIPO	MODELO	DATOS NOMINALES
1	CONVERTIDORA LENOX 1	LENOX TOOLS	9.15 KW / 440V
2	CONVERTIDORA LENOX 2	LENOX TOOLS	9.15 KW / 440V
3	EMPAQUETADORA PENCOMATIC 1	HAYSSSEN	4.27 KW / 440V
4	EMPAQUETADORA PENCOMATIC 2	PENCOMATIC	5.49 KW / 440V
5	CONVERTIDORA 1	SEDANO	5.18 KW / 440V
6	CONVERTIDORA 2	SEDANO	3.05 KW / 440V
7	CONVERTIDORA GUILLOTINA 1	WOHLBERG	5.79 KW / 220V
8	CONVERTIDORA GUILLOTINA 3	HEIDELBERG	7.04 KW / 220V
9	IMPRESORA HAMILTON 1	HAMILTON TOOL	24.39 KW / 220V
10	IMPRESORA HAMILTON 2	HAMILTON TOOL	27.44 KW / 220V
11	DOBLADORA MDW-CHAMPION	MD PRINTER	9.75 KW / 220V
12	DOBLADORA FILE	CHAMPION	3.05 KW / 220V
13	DOBLADORA CS-29	WINKLER DONNEBER	13.11 KW / 220V
14	DOBLADORA 97-H	WINKLER DONNEBER	13.41 KW / 220V
15	REBOBINADORA LLORENS	LLORENS TOOLS	1.22 KW / 220V
16	IMPRESORA HALM	HALM JET PRESS	3.20 KW / 220V
17	IMPRESORA RYOBIK 1	SMALL OFFSET PRESS RYOBI	2.44 KW / 220V
18	TROQUEL HIDRÁULICO	FL SMITH MACHINE CO	5.79 KW / 220V
19	DOBLADORA BOLSA DE PAN 1	WINDMOLLER Y HOLSCHER	152 KW / 220V
20	DOBLADORA BOLSA DE PAN 3	WINDMOLLER Y HOLSCHER	152 KW / 220V
21	REBOBINADORA DE CONTÓMETROS 1	ROLL 700	2.74 KW / 220V
22	REBOBINADORA DE CONTÓMETROS 2	ROLL 700	2.13 KW / 220V
23	REBOBINADORA DE CONTÓMETROS 4	ROLL 700	2.13 KW / 220V
24	REBOBINADORA DE CONTÓMETROS 5	GORBEL SITTER	5.94 KW / 220V
25	REBOBINADORA DE CONTÓMETROS 6	ROLL 700	2.13 KW / 220V
26	REBOBINADORA DE CONTÓMETROS 7	ROLL 700	2.13 KW / 220V
27	INTERCALADORA 1	S/M	0.30 KW / 220V
28	INTERCALADORA 2	S/M	0.30 KW / 220V

LISTA DE EQUIPOS AUXILIARES			
ITEM	EQUIPO/TIPO	MODELO	DATOS NOMINALES
1	SALA DE BOMBAS	PEDROLLO	2.53 KW / 220V
		HIDROSTAL	2.53 KW / 220V
		ELBI SPA	500 L
2	SALA CONTRAINCENDIO	PEDROLLO	14.91 KW / 220V
		SALMSON	14.91 KW / 220V
3	SALA DE COMPRESORES	SULLAIR	22.37 KW / 120 PSI / 130 CFM
		QUINCY	11.18 KW / 120 PSI / 90 CFM
		PERKINS	65 KW / 440V / 250 A
4	GRUPO ELECTRÓGENO	CROSLAND	63 KW / 440V / 250 A
5	TRANSFORMADOR	SELETRON	135 KVA / 440V
6	ASCENSOR REFILE	JK1 - 10T	11.18KW / 220V
7	ASCENSOR ALMACEN	JM2 - 20T	11.18KW / 220V

NOTAS:		DISEÑO:	CHRISTOPHER MAYO	20/6/17	LAYOUT PLANTA CONVERTIDORA DE PAPEL PRIMER PISO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA CONVERTIDORA DE PAPEL DE 10 T/HR."
		DIBUJO:	CHRISTOPHER MAYO	23/6/17		
		REVISO:	ING. ENRIQUE SARMIENTO	4/7/17		
		APROBADO:	ING. ENRIQUE SARMIENTO	4/7/17	ESCALA 1/300	