

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA “JOSÉ SIMEÓN CAÑAS”

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**DIAGNÓSTICO DE CONDICIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ÁREA DE TEÑIDO TEXTIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA LA
FACULTAD DE POSTGRADOS UCA Y
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO UDB

PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

POR:
SALVADOR PINEDA CERÓN
SILVIA MARGARITA VIDAL LARA

MAYO 2018
ANTIGUO CUSCATLÁN, EL SALVADOR, C.A

RECTORES

**ANDREU OLIVA DE LA ESPERANZA, S.J.
MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA, SDB**

SECRETARIAS GENERALES

**SILVIA ELINOR AZUCENA DE FERNÁNDEZ
YESENIA XIOMARA MARTÍNEZ OVIEDO**

DECANA DE POSTGRADOS UCA

NELLY ARELY CHÉVEZ REYNOSA

DECANO DE POSTGRADO UDB

HERBERT HUMBERTO BELLOSO FUNES

**DIRECTORES DE LA MAESTRÍA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL**

**LAURA BEATRIZ ORELLANA HERRERA
JOSÉ LUIS MARTÍNEZ DÍAZ**

DIRECTOR DEL TRABAJO

HÉCTOR ATILIO QUINTANILLA JUÁREZ

AGRADECIMIENTOS

Con este documento vemos materializado uno más de nuestros anhelos. Este título definitivamente viene a retornos más como personas y como profesionales y lo que hace un par de años se veía tan lejano, hoy simplemente está en nuestras manos.

Queremos dar gracias a Dios por permitirnos culminar con éxito una etapa más en nuestras vidas. Infinitas gracias a nuestros padres que siguen motivándonos a seguirnos preparando y acompañándonos en cada paso que damos, sin su dedicación esto no hubiese sido posible. Gracias a nuestros abuelos, hermana, novia y resto de familiares que nos alentaron a conseguir este sueño, incluyendo a aquellos que se nos adelantaron en el camino pero que sin duda están tan orgullosos de este logro como nosotros mismos.

Gracias también a nuestros amigos, compañeros y docentes que aportaron ideas, que nos cuestionaron, que nos retaron a pesar, a investigar, a analizar y que de alguna manera aportaron a la materialización de este documento.

¡Gracias totales!

Silvia y Salvador

RESUMEN

La gestión del mantenimiento adquiere un rol de gran importancia ya que, a través de ella, es posible obtener mejoras en la disponibilidad y eficiencia de las máquinas lo que consecuentemente puede atraer mejores resultados en la calidad de la producción y mayor prestigio nacional e internacional para la empresa. Una buena administración del mantenimiento traerá además una optimización de los recursos tanto humanos como materiales.

A continuación, se presenta un proyecto de investigación que busca describir y diagnosticar la gestión actual del servicio de mantenimiento ofrecido al área de tintorería de una empresa industrial textil, en donde se le aplican acabados variados al producto final (tela). Adicionalmente, se pretende la detección de brechas y generación de propuestas de mejora relacionadas con las doce áreas de evaluación descritas en el Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993) entre las que destacan: organización de la empresa y del departamento de mantenimiento, planificación de mantenimientos, ejecución de distintos tipos de mantenimiento, apoyo logístico y asignación de recursos.

Inicialmente, en el capítulo uno, se presentan las generalidades de la empresa para comprender el rubro en el cual se desempeña, se detallan de manera general los procesos de fabricación existentes y se presenta el planteamiento y la definición del problema de investigación.

En el desarrollo del capítulo dos, Marco teórico se amplían las definiciones generales de Gestión de mantenimiento y las contenidas en la herramienta de diagnóstico COVENIN 2500-93, tales como área de evaluación, principio básico y demérito. El tercer capítulo se dedica especialmente a explicar metodológicamente como se administra la herramienta

basada en una evaluación cualitativa y asignación de puntuación por deméritos para cada uno de los principios básicos establecidos.

En el capítulo cuatro se presentan los resultados de la información recopilada y administración de la evaluación, mostrando el porcentaje de cumplimiento para cada área a partir de la cual se establece el mayor demérito que es el punto de partida para el análisis de las oportunidades de mejora detectadas.

Una vez identificados los mayores deméritos, en el capítulo cinco se analiza la brecha, es decir el por qué no se ha obtenido el 100 % de cumplimiento de la norma y se plantean estrategias o propuestas con su respectivo desarrollo para que estas puedan ser fácilmente implementadas con el objetivo de acercar la gestión actual del mantenimiento a uno de estándar mundial.

INDICE

1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1 Generalidades de la empresa.....	1
1.2 Proceso productivo Hilcasa S.A de C.V.....	2
1.2.1 Hilatura	2
1.2.2 Tejeduría	3
1.2.3 Tintorería	4
1.3 Planteamiento del problema	9
1.4 Definición del problema	10
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo general	10
1.5.2 Objetivos específicos	11
1.6 Alcances y límites.....	11
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Gestión de mantenimiento	13
2.2 Herramientas de evaluación de gestión de mantenimiento	14
2.3 COVENIN 2500-93	17
3. MARCO METODOLÓGICO	25
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
4.1 Organización de la empresa.....	35
4.2 Organización de mantenimiento	37
4.3 Planificación de mantenimiento.....	39
4.4 Mantenimiento rutinario	40
4.5 Mantenimiento programado	41

4.6 Mantenimiento circunstancial.....	42
4.7 Mantenimiento correctivo.....	43
4.8 Mantenimiento preventivo.....	44
4.9 Mantenimiento por avería.....	45
4.10 Personal de mantenimiento	46
4.11 Apoyo logístico/suministros	47
4.12 Recursos.....	48
4.13 Diagnóstico de deméritos por etapas.....	50
Etapa I: Identificación	50
Etapa II: Priorización	51
Etapa III: Programación.....	51
Etapa IV: Ejecución.....	52
Etapa V: Medición.....	53
5. PROPUESTA DE MEJORA.....	55
Etapa I: Identificación	55
Etapa II: Priorización	63
Etapa III: Programación.....	65
Etapa IV: Ejecución.....	72
Etapa V: Medición.....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS.....	87
Anexo 1. Resumen de evaluación COVENIN 2500-93	91
Anexo 2. Ejemplo de valuación de criticidad.....	93
Anexo 3. Definición de actividades de mantenimiento rutinario.....	95

Anexo 4. Detalle de actividades de mantenimiento programado.....	97
Anexo 5. Orden de trabajo de mantenimiento	99
Anexo 6. Inventario de manuales	101
Anexo 7. Detalle de actividades de mantenimiento circunstancial	103
Anexo 8. Bitácora de registro de intervenciones de mantenimiento	105
Anexo 9. Detalle de actividades de mantenimiento correctivo	107
Anexo 10. Formato para documentación de MTBF.....	109
Anexo 11. Formato para documentación de MTTR.....	111
Anexo 12. Ficha técnica de maquinaria.....	113
Anexo 13. Programa de mantenimiento rutinario	115
Anexo 14. Evaluación por competencias.....	117
Anexo 15. Determinación de actividades de mantenimiento	119
Anexo 16. Control Visual 5S.....	121
Anexo 17. Inventario de herramientas y equipos	123
Anexo 18. Registro de materiales no conformes	125
Anexo 19. Control de costos por falta de repuestos	127
Anexo 20. Estructura de Procedimiento de mantenimiento.....	129
Anexo 21. Inventario de maquinaria	131
Anexo 22. Control de uso de documentos	133
Anexo 23. Análisis de Causa Raíz y planes de acción.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de hilatura simplificado.....	3
Figura 2. Proceso de tejeduría simplificado.....	4
Figura 3. Proceso de tintorería convencional.....	5
Figura 4. Proceso de tintorería acabado en rama.....	5
Figura 5. Máquina teñidora.....	6
Figura 6. Máquina Foulard.....	6
Figura 7. Máquina secadora.....	7
Figura 8. Máquina compacta.....	7
Figura 9. Máquina rajadora.....	7
Figura 10. Máquina rama.....	8
Figura 11. Máquina cepilladora.....	8
Figura 12. Gráfico de resultados. Área Organización de la empresa.....	36
Figura 13. Estructura organizativa funcional Hilcasa.....	37
Figura 14. Gráfico de resultados. Área Organización de mantenimiento.....	38
Figura 15. Estructura funcional de mantenimiento.....	39
Figura 16. Gráfico de resultados. Área Planificación de mantenimiento.....	40
Figura 17. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento rutinario.....	41
Figura 18. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento programado.....	42
Figura 19. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento circunstancial.....	43
Figura 20. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento correctivo.....	44
Figura 21. Gráfica de resultados. Área Mantenimiento preventivo.....	45
Figura 22. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento por avería.....	46
Figura 23. Gráfico de resultados. Área Personal de mantenimiento.....	47
Figura 24. Gráfico de resultados. Área Apoyo logístico.....	48
Figura 25. Gráfico de resultados. Área Recursos.....	49
Figura 26. Flujograma de toma de decisión. Mtto circunstancial y programado.....	59
Figura 27. Flujograma de toma de decisión. Mtto correctivo y por avería.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de puntuación a la gestión de mantenimiento	26
Tabla 2. Peso por área de evaluación	26
Tabla 3. Puntaje asociado. Área Organización de la empresa.....	27
Tabla 4. Puntaje asociado. Área Organización del mantenimiento	27
Tabla 5. Puntaje asociado. Área Planificación del mantenimiento	28
Tabla 6. Puntaje asociado. Área Mtto rutinario, programado, circunstancial y correctivo .	28
Tabla 7. Puntaje asociado. Área Mantenimiento preventivo.....	29
Tabla 8. Puntaje asociado. Área Mantenimiento por avería.....	29
Tabla 9. Puntaje asociado. Área Personal de mantenimiento	29
Tabla 10. Puntaje asociado. Área Apoyo logístico.....	30
Tabla 11. Puntaje asociado. Área Recursos	30
Tabla 12. Ejemplo de evaluación de Principios Básicos.....	31
Tabla 13. Ejemplo de transformación de puntajes.....	32
Tabla 14. Etapas de gestión del trabajo.....	33
Tabla 15. Resultados. Área Organización de la empresa.....	36
Tabla 16. Resultados. Área Organización de mantenimiento	38
Tabla 17. Resultados. Área Planificación del mantenimiento	39
Tabla 18. Resultados. Área Mantenimiento rutinario	40
Tabla 19. Resultados. Área Mantenimiento programado	41
Tabla 20. Resultados. Área Mantenimiento circunstancial.....	42
Tabla 21. Resultados. Área Mantenimiento correctivo.....	43
Tabla 22. Resultados. Área Mantenimiento preventivo.....	44
Tabla 23. Resultados. Área Mantenimiento por avería.....	46
Tabla 24. Resultados. Área Personal de mantenimiento	47
Tabla 25. Resultados. Área Apoyo logístico.....	48
Tabla 26. Resultados. Área Recursos.....	49
Tabla 27. Mayor demérito. Etapa Identificación	50

Tabla 28. Mayor demérito. Etapa Priorización	51
Tabla 29. Mayor demérito. Etapa Programación	52
Tabla 30. Mayor demérito. Etapa Ejecución.....	53
Tabla 31. Mayor demérito. Etapa Medición.....	53
Tabla 32. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Identificación.....	55
Tabla 33. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Priorización.....	63
Tabla 34. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Programación.....	66
Tabla 35. Metodología 5S	71
Tabla 36. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Ejecución	72
Tabla 37. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Medición.....	75
Tabla 38. Escala de determinación de Impacto	93
Tabla 39. Escala de probabilidad de ocurrencia	93
Tabla 40. Definición de criticidad	93
Tabla 41. Formato de Medición de criticidad.....	94
Tabla 42. Formato de registro de actividades de Mantenimiento rutinario.....	95
Tabla 43. Formato de documentación de actividades de mantenimiento programado	97
Tabla 44. Formato de Orden de trabajo de mantenimiento	99
Tabla 45. Formato para Control de manuales	101
Tabla 46. Formato de registro de actividades de Mantenimiento circunstancial.....	103
Tabla 47. Formato de bitácora de registro de intervenciones de mantenimiento	105
Tabla 48. Formato de registro de actividades de Mantenimiento correctivo.....	107
Tabla 49. Formato para registro de MTBF.....	109
Tabla 50. Formato para registro de MTTR.....	111
Tabla 51. Ficha técnica de maquinaria	113
Tabla 52. Formato de Programa de mantenimiento	115
Tabla 53. Formato para creación de evaluación por competencias.....	117
Tabla 54. Formato AMEF	119
Tabla 55. Formato de estándar visual 5S.....	121
Tabla 56. Formato para control de herramientas y equipos.....	123

Tabla 57. Formato de registro de materiales de mala calidad	125
Tabla 58. Formato de control de costos por desabasto o no conformidad repuestos	127
Tabla 59. Inventario de maquinaria.....	131
Tabla 60. Formato de control de uso de manuales	133

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AHP	Proceso Analítico Jerárquico, (<i>Analytic Hierarchy Process</i>).
AMEF	Análisis Modo Efecto Falla
CA	Centroamérica
CFM	Pies cúbicos por minuto (Cubic foot per minute)
CIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CLAEES	Clasificación de Actividades Económicas de El Salvador
COVENIN	Comisión Venezolana de Normas Industriales
DIGESTYC	Dirección Nacional de Estadística y Censos
EPP	Equipo de Protección Personal
HP	Caballos de fuerza (Horse Power)
Motor DC	Motor Corriente Directa
MTBF	Tiempo Medio Entre Fallas (Mean Time Between Failure)
MTTO	Mantenimiento
MTTR	Tiempo Medio Para Reparar (Mean Time To Repair)
ONU	Organización de Naciones Unidas
PSI	Libras por pulgadas cuadrada (Pounds per square inch)
SDB	Salesiano de Don Bosco
SJ	Sacerdote Jesuita
SMART	Específico, medible, alcanzable, relevante y con un tiempo determinado (Specific, measurable, attainable, relevant, time-related)
TPM	Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance)
UCA	Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”
UDB	Universidad Don Bosco

1. MARCO REFERENCIAL

En este apartado, se introduce al trabajo de graduación denominado “Diagnóstico de condición actual y propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en área de teñido textil”.

Inicialmente, se describe el proceso productivo de la empresa y posteriormente se presenta la justificación y planteamiento de la investigación, la definición de objetivos y la delimitación del alcance.

1.1 Generalidades de la empresa

Hilcasa S.A de C. V, la empresa seleccionada para el desarrollo de la presente investigación se dedica a la fabricación de productos textiles para comercialización en distintos mercados. La compañía fue fundada en El Salvador en 1964 con la participación de capital salvadoreño y extranjero y, desde sus inicios se ha encontrado localizada en la ciudad de Apopa, San Salvador, República de El Salvador.

Según la Clasificación de Actividades Económicas de El Salvador (CLAEES) presentada por la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC, 2011), basada en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), Revisión 4, de la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2008), la empresa se encuentra definida como se muestra a continuación:

Sección:	C Industrias Manufactureras
División:	13 Fabricación de productos textiles
Grupo:	131 Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles
Clase:	1311 Preparación e hilatura de fibras textiles
	1312 Tejedura de productos textiles
	1313 Acabado de productos textiles

1.2 Proceso productivo Hilcasa S.A de C.V.

Como puede notarse en la clasificación anterior, Hilcasa S.A de C.V. incluye como parte de su desempeño productivo, los procesos de hilatura, tejeduría y tintorería. Dichos procesos productivos, se describen a continuación:

1.2.1 Hilatura

La operación principal de Hilcasa S.A de C.V, es la transformación de materia prima en conos de hilo que posteriormente serán usados parcialmente para el proceso interno de tejeduría y en procesos de confección de sus principales clientes.

Para lograr convertir la materia prima en un producto terminado, esta debe pasar por distintas etapas: apertura, cardado, preparación e hilado.

Inicialmente, la materia prima (algodón, poliéster o mezclas) es disgregada para la remoción de impurezas y mezclada para lograr la uniformidad del producto. Luego de este mezclado, se alimentan aleatoriamente a distintas máquinas para generar la primera cinta de algodón que finalmente es trenzada hasta obtener porciones de 4000 metros de cinta que se emplearán para hilar.

En este proceso, la compañía actualmente cuenta con más de 200 máquinas:

- Dos robots disgregadores BDT: que consisten en un brazo mecánico encargado de tomar el algodón de los bloques de materia prima y liberarlo dentro de los limpiadores.
- Seis limpiadores B12 y B17: que son removedores de impurezas gruesas y finas, respectivamente.

- Dos mezcladores Unimixer B72 encargados de homogenizar el algodón disgregado en los pasos anteriores.
- 40 máquinas Card C70, responsables de generar la primera cinta de algodón
- 35 manuales de primer pase y 39 de segundo pase, encargadas de trenzar en una sola pieza, cinco cintas producto de las máquinas Card C70 y,
- 83 máquinas de hilar de distintas capacidades que en su totalidad suman alrededor de 85000 husos.

En la Figura 1 se puede apreciar un sencillo diagrama del proceso de hilatura descrito con anterioridad.

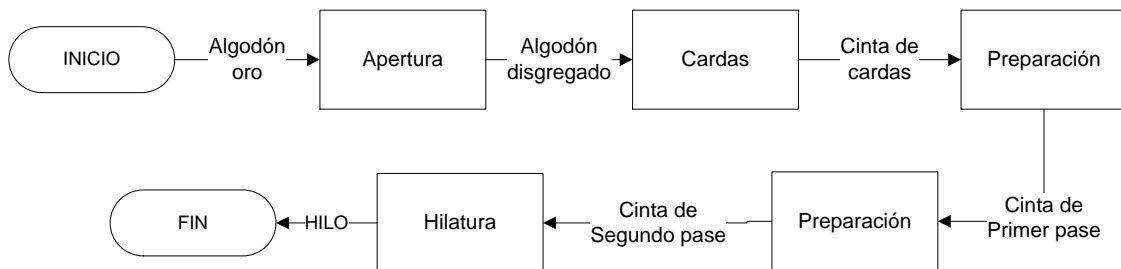


Figura 1. Proceso de hilatura simplificado
Fuente: elaboración propia

1.2.2 Tejeduría

En el proceso de tejeduría, se parte de bobinas de hilo de diferentes composiciones, por ejemplo; hilos de algodón, mezclas de fibras sintéticas (poliéster blanco, negro, lycra, etc.) que fueron producidas en el proceso previo de hilatura. Estas bobinas alimentan las distintas máquinas de tejidos, las cuales son las encargadas de elaborar la tela por medio de una combinación de agujas y rotación.

Se inicia por la recepción del hilo y se procede a cargar los porta-hilos de la máquina, se realizan los ajustes requeridos y se programa el tejido a procesar. Una vez terminado el ciclo, la tela es retirada y se procede a pesar y colocar viñetas de identificación. Este proceso se ilustra en la Figura 2.

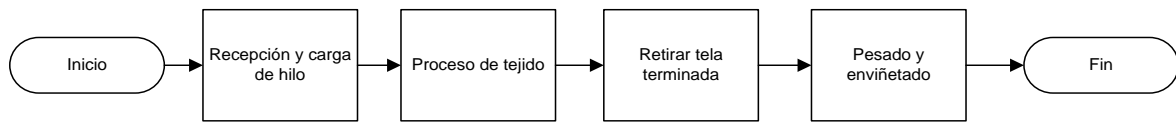


Figura 2. Proceso de tejeduría simplificado
Fuente: elaboración propia

El inventario de máquinas existentes en este proceso asciende a 75 máquinas de tejido circular de punto, dicha máquina trabaja bajo configuraciones mecánicas de cantidad y diversidad de agujas que son las que rigen el tipo de tela que se va a obtener. Así también son alimentadas por distintos tipos de hilo los cuales determinan los porcentajes de composición del producto.

1.2.3 Tintorería

El proceso de teñido depende del tipo de tela y condiciones que se requiera. En general, cualquier proceso inicia por el área de preparación donde se pesa según el tipo de tela y se une según el requerimiento. Posteriormente, el proceso involucra un área de teñido que es donde se da el color deseado a la tela, una vez teñida pasa al área de acabado en donde se le dan las condiciones finales y se prepara para el despacho.

A continuación, se presenta una descripción más detallada del proceso dividiendo el proceso de Tintorería en dos subprocesos: convencional y acabado en rama.

A. Proceso convencional

Todo proceso de tintorería empieza en la etapa de preparación, una vez preparada la carga se pasa a la teñidora donde se agregan los químicos y colorantes para lograr el tono deseado, posteriormente pasa al proceso de suavizado donde se dan las condiciones de textura y detalles de color por medio de químicos.

En la secadora, la tela recibe un tratamiento que permite eliminar cualquier residuo de humedad ya sea agua o químico y como último paso previo al empaque, en la compactadora se le dan las condiciones de salida de peso y ancho según el requerimiento. El proceso anteriormente descrito, se resume en la Figura 3.

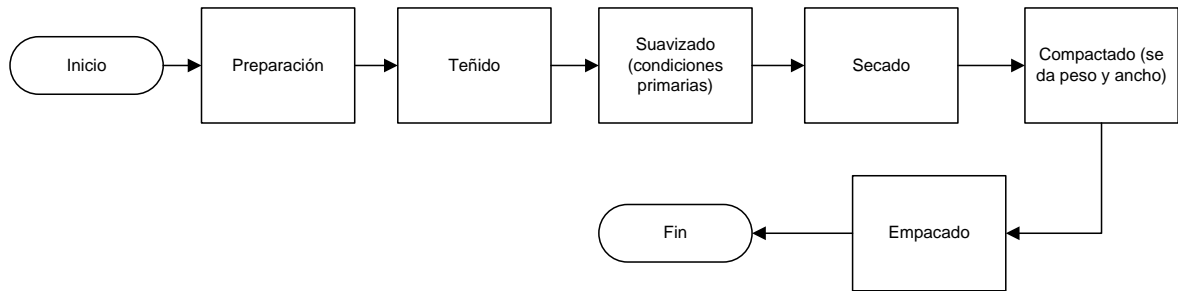


Figura 3. Proceso de tintorería convencional
Fuente: elaboración propia

B. Proceso acabado en Rama

A diferencia del proceso convencional de teñido, el acabado en rama implica la adición de una etapa más al proceso. Esta etapa es conocida como rajado, que no es más que cortar la tela que viene en tejido tubular para obtener una tela abierta (tipo sábana). El acabado por rama incluye los pasos de suavizado, secado y compactado descritos anteriormente, la diferencia es que, para el proceso de acabado en rama, estas etapas se unifican en una sola máquina de la cual el producto es retirado listo para empaque y su posterior tratamiento por el equipo logístico. En la Figura 4, se ilustra el proceso de tintorería acabado en rama.

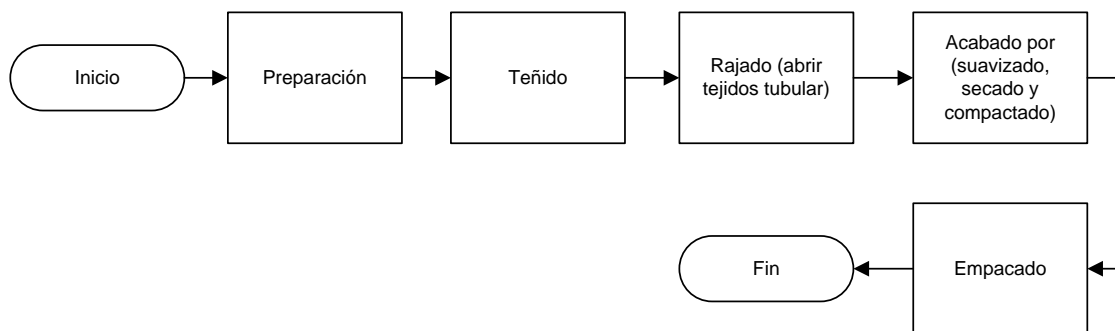


Figura 4. Proceso de tintorería acabado en rama
Fuente: elaboración propia

A continuación, el detalle de maquinaria asociado a este proceso:

- Siete máquinas teñidoras: en estas se da el color deseado a la tela. Una imagen se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Máquina teñidora
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

- Dos máquinas foulard: en esta máquina se agrega suavizante a la tela para dar mejor textura y se regula el ancho de tela (este proceso solo aplica para tejidos tubulares). Una imagen de la máquina se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Máquina Foulard
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

- Una secadora: donde se retiran todos los excesos de agua y químico con el fin que la tela quede completamente seca. La máquina se ilustra en la Figura 7.



Figura 7. Máquina secadora
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

- Dos máquinas “compactas”: son el ultimo tipo de máquina que interviene en el proceso convencional la cual se encarga de darle el ancho final a la tela y preparar por medio de calor para mejor presentación (planchado). Una imagen de la máquina se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Máquina compacta
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

- Dos rajadoras: aquí, la tela que es ingresada de forma tubular es cortada de manera que se convierta en una tela abierta. La máquina se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Máquina rajadora
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

- Dos máquinas rama: donde se realiza el proceso de suavizado, secado y compactado de manera que de esta se obtiene como producto final la tela ya acabada. En la Figura 10 se muestran imágenes de la máquina.



Figura 10. Máquina rama
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

- Una cepilladora: que se encarga de quitar excesos de mota o algún otro residuo que pueda llevar la tela. Esta máquina tiene dentro del proceso una utilización mínima, ya que solo algún tipo de tela especial se introduce este paso previo al teñido. La máquina se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Máquina cepilladora
Fuente: Cortesía Hilcasa S.A de C.V

Dentro de la cadena de valor de la empresa, el área de tintorería representa proceso productivo donde se obtiene el mayor valor agregado hacia el producto, por lo cual un error o una avería en la maquinaria que acontezca en esta área resulta ser más crítico ya que los

reprocesos incluyen costos elevados por consumo de materiales, horas adicionales de trabajo, retrasos en las entregas, etc. o en el peor de los casos ocasionan pérdidas cuando el producto no conforme no puede ser reprocesado.

Por lo anterior, el proceso de tintorería incluyendo ambos subprocesos de teñido convencional y acabo en rama, ha sido seleccionado como objetivo para el desarrollo del presente diagnóstico.

1.3 Planteamiento del problema

La gestión del mantenimiento consiste en la administración de forma integral de los recursos humanos y materiales destinados a las labores de mantenimiento. Para una empresa altamente automatizada, como es habitual en industrias textiles, la alta disponibilidad y funcionalidad operativa de la maquinaria se traduce en alta productividad, calidad en los productos e incluso bajos costos unitarios de producción lo que les permite mantenerse positivamente posicionados en las preferencias de los clientes, en un ambiente de competidores que crece cada día.

Por lo comentado anteriormente, el proyecto pretende definir las mejores prácticas de la gestión de mantenimiento que permitan asegurar un servicio acorde a la demanda productiva, servir de insumo a la gerencia de mantenimiento para optimizar el desempeño actual de la gestión y replicar de manera eficiente hacia los otros procesos existentes en la compañía, reduciendo de esta manera los problemas derivados de un mal funcionamiento de maquinaria.

1.4 Definición del problema

La investigación pretende conocer el estado actual de la gestión de mantenimiento en una empresa privada dedicada a la elaboración de tela con diversos acabados, planteando como preguntas iniciales:

- ¿Cuál es el estado actual de la gestión de mantenimiento en la empresa?
- ¿La estructura jerárquica actual permite responder de manera eficiente los requerimientos del cliente interno?
- ¿Los planes de mantenimiento actuales son los adecuados para satisfacer las necesidades del cliente interno?
- ¿Las intervenciones de mantenimiento se clasifican según su tipo y se les asignan recursos en función de esas definiciones?
- ¿Existe un sistema de medición de indicadores adecuado que permita cerrar brechas en la gestión del mantenimiento?
- ¿Es la gestión de repuestos e insumos actual la más adecuada para el negocio?
- ¿Cuáles son las oportunidades de mejora detectadas?

Lo anterior con el objetivo de responder a la hipótesis de ¿el departamento de mantenimiento del área de tintorería de Hilcasa S.A de C.V. cuenta con una gestión de mantenimiento de clase mundial?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de gestión que mejore el desempeño actual del servicio de mantenimiento para el área de tintorería de una industria textil dedicada a la elaboración de tela acabada, basada en un diagnóstico de condición actual e identificación de oportunidades.

1.5.2 Objetivos específicos

El estudio pretende:

- Identificar el organigrama del departamento de mantenimiento con sus líneas de dependencia y comunicación actuales.
- Administrar un cuestionario/herramienta de evaluación del sistema de mantenimiento
- Describir la gestión actual del mantenimiento en la empresa
- Revisar los registros de documentación existentes
- Evaluar el sistema de medición de indicadores
- Definir la metodología actual de la gestión de repuestos e insumos para mantenimiento
- Comparar la administración actual contra los estándares mundiales
- Identificar las brechas existentes vs el estándar mundial
- Proponer estrategias para lograr una mejora en la eficiencia del servicio de mantenimiento

1.6 Alcances y límites

Para lograr diagnosticar la gestión del mantenimiento actual en la empresa, se plantea la necesidad de recurrir a entrevistas con partes interesadas tales como: gerencia de mantenimiento, equipo de técnicos de mantenimiento, personal de producción, entre otros.

Además, se requerirá la realización de visitas de campo donde el equipo de investigación pueda observar de primera mano la ejecución de diferentes intervenciones de mantenimiento en la maquinaria (correctivos o preventivos), conocer el flujo en la gestión de refacciones, generación de órdenes de trabajo, etc.

Como limitantes previstas se tienen:

- Poco conocimiento del proceso de tintorería y del funcionamiento y mantenimiento de equipo y maquinaria del proceso
- Dependencia de las jefaturas del área (producción/mantenimiento) para obtener permisos, autorizaciones o colaboraciones
- El trabajo de investigación se limitará a preparar una propuesta documental de mejora que pueda ser utilizada a discreción de la empresa Hilcasa S.A de C.V como una guía para la posterior implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento. La investigación podría incluir la puesta en marcha de algunas iniciativas para validar funcionalidad, sin embargo, no se extenderán más allá de pruebas piloto cuyo arranque o duración será aprobado por la gerencia de mantenimiento

2. MARCO TEÓRICO

La gestión del Mantenimiento consiste en administrar de forma integral el recurso humano y material destinado a las intervenciones de mantenimiento. Un aspecto relevante en la gestión es el hecho de que esta se auxilia de información histórica de las máquinas, facilitando así la obtención de índices de desempeño que permitan mejorar la disponibilidad de los activos.

Dentro de este contexto, una propuesta para la gestión de mantenimiento deberá estar diseñada para incrementar la rentabilidad y competitividad de las diferentes líneas de producción, consiguiendo un máximo nivel de disponibilidad de la maquinaria, alineado con el nivel de calidad exigido, al menor costo y con el menor riesgo para la seguridad del personal y el medio ambiente (Boero, 2016).

2.1 Gestión de mantenimiento

Como menciona (Drucker, 2002), una gerencia es el órgano específico y distintivo de toda organización, encargado de establecer los recursos, medir desempeño y evaluar los resultados.

Por lo anterior, una gestión de mantenimiento incipiente requerirá resolver efectivamente actividades como:

- Determinar de actividades proactivas
- Asignar de recursos
- Controlar los costos
- Determinar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos atendidos
- Registrar la información histórica
- Elaborar reportes de gestión
- Promover la mejora de los resultados obtenidos

El desempeño de una gestión de mantenimiento puede ser medida de distintas maneras: por su apego a los objetivos estratégicos trazados, la mejora porcentual en la meta de los indicadores declarados, la comparación entre segmentos equivalentes administrados de diferente manera, el posicionamiento de la competencia, entre otros. Sin embargo, la referencia óptima será siempre la comparación contra las mejoras prácticas conocidas o los estándares mundiales.

(Villamizar, 2007) definió el Mantenimiento de clase mundial como una filosofía que contempla el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento, reuniendo elementos de distintos enfoques organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico, que se traduzca en generación de ahorros sustanciales a las empresas.

En este sentido, como se mencionó en el Capítulo uno, para poder definir la línea base situacional de la gestión de mantenimiento del área de tintorería de la empresa en estudio, es indispensable medir el estado actual y compararlo contra la mejor práctica validada.

2.2 Herramientas de evaluación de gestión de mantenimiento

Los diagnósticos a gestiones de mantenimiento están diseñados para identificar de manera detallada y objetiva el grado de madurez y capacidad de una compañía para manejar sus activos independientemente de la actividad económica de la compañía, convirtiéndose en una ventaja estratégica para definir el éxito de la empresa.

Existen diferentes metodologías diseñadas para medir el desempeño de una gestión de mantenimiento. Para el desarrollo del presente documento, se evaluaron distintas opciones a saber:

- Auditoría de mantenimiento - Renovetec.

El autor propone en su libro (García Garrido, Ingeniería de Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento, 2009) un cuestionario de 118 preguntas, cada una con la misma relevancia dentro de la puntuación y cuya validez ha sido comprobada en empresas de diversa índole alrededor de Europa. Cada uno de los cuestionamientos tiene cuatro opciones de respuesta: favorable, mejorable, desfavorable y crítico, con puntuaciones de 3 a 0 respectivamente. Todas aquellas preguntas que sean valoradas como críticas o desfavorables deberán desencadenar un plan de acción.

Esta metodología sugiere ser preparada y administrada por un equipo experimentado de auditoría con amplio conocimiento de la gestión de mantenimiento en evaluación. Cada respuesta debe ser evidenciada con documentación de respaldo partiendo de la hipótesis de que el departamento ya ha mostrado avances en cada ítem y no será posible responder con “No aplica”.

El uso de esta herramienta fue descartado teniendo previo conocimiento sobre algunas deficiencias en la gestión actual de la empresa y reconociendo que no existe documentación histórica de la gestión que permita evidenciar el nivel de conformidad ante cuestionamientos como: ¿El sistema de asignación de prioridad es claro? ¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles? ¿El sistema informático supone una carga burocrática excesiva? ¿La disponibilidad está aumentado? etc.

- Auditoría Integral de Gestión de activos, confiabilidad y mantenimiento - Ingecon

A través de 150 preguntas, esta herramienta permite evaluar las ocho fases del modelo de gestión de mantenimiento planteadas por los autores: gestión de activos, criticidad de equipos, manejo de fallas, planificación, asignación de recursos, control de indicadores técnicos, análisis de ciclo de vida y mejora continua.

El proceso de análisis implica que cada participante evalúa las preguntas propuestas asignando puntuaciones de 1 hasta 5 donde, según la escala la menor nota se asigna a procesos muy deficientes y la mayor a procesos de nivel de clase mundial.

Este instrumento se evidencia con mayor complejidad y se considera aplicable a una industria con una gestión de mantenimiento robustecida (Parra Márquez & Crespo Márquez, 2017)

- Auditoria de mantenimiento Instituto Marshall

El Instituto plantea un cuestionario para medir la efectividad del mantenimiento mediante el uso de un cuestionario de 60 preguntas aplicable a personal de mantenimiento a todo nivel (desde operativo hasta gerencial) con una recomendación de entrevistar al menos a ocho personas.

Se evalúan las áreas: Recursos Gerenciales, Gerencia de información, técnicas de mantenimiento preventivo, planificación y soporte. Las puntuaciones finales se suman y se promedian y en función de esto se determina la calificación de la empresa. Esto último es la razón principal por la cual esta opción también fue descartada al no contarse con ocho personas con el conocimiento óptimo para verter una opinión completa de la situación actual de la gestión del mantenimiento (Marshall Institute, 2018).

- Normas ISO 55000/01/02: Gestión de activos

Estas herramientas contienen lineamientos enfocados a la gestión de activos, dejando de lado otros aspectos administrativos de la gestión de mantenimiento. Las normas han sido modeladas a partir de la norma ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad por lo cual exigen una fuerte base documental con la que la empresa aún no cuenta. Sumado a esto, el resultado entregado refleja “no conformidades” a resolver, pero sin cuantificar un valor ya que no posee puntuaciones asociadas.

- Norma COVENIN 2500-93

En este caso, la herramienta seleccionada es el Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993) que fue preparado por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

La Norma COVENIN 2500-93: “Manual para evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria” fue elaborada y aprobada por el Comité Técnico de Normalización CT3 en diciembre de 1993 y desde entonces, es el único documento que permite una evaluación integral de la gestión de mantenimiento, siendo esta la principal razón por la cual se escoge esta norma como la base para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

La Norma contempla un método cuantitativo mediante la asignación de deméritos para la evaluación de sistemas de mantenimiento en empresas manufactureras y de esta forma determinar la capacidad de gestión de la empresa mediante el análisis y calificación de los factores: organización de la empresa, organización de la función mantenimiento, planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento y competencias del personal.

2.3 COVENIN 2500-93

COVENIN fue creada en 1958 en Venezuela y, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en el país. Para la elaboración de normas, la COVENIN constituye comités y comisiones técnicas de normalización, donde participan distintas organizaciones relacionadas con el área específica (Vásquez González, 2011).

En función de lo comentado anteriormente, es indispensable definir los dos términos elementales que presenta la norma (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993):

- Principio básico: concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse para lograr los objetivos de mantenimiento.
- Deméritos: aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

Tanto principios básicos como deméritos serán evaluados en 12 áreas que contempla la norma. Dichas áreas se definen a continuación:

I. Organización de la empresa

Se consideran para la evaluación del sistema los siguientes principios básicos:

- Funciones y responsabilidades. Indica la necesidad de contar con una representación gráfica general y por departamentos donde se evidencien las responsabilidades, además de un procedimiento escrito que defina las actividades que debe desarrollar el personal.
- Autoridad y Autonomía. Este punto evalúa si el personal de la empresa tiene pleno conocimiento de su función y si existe una línea de autoridad definida donde no se susciten duplicidad de cargos.
- Sistema de información. Referido a si la empresa cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de información que requiere el sistema productivo.

II. Organización de mantenimiento

Al igual que el área de “Organización de la empresa”, aquí se evalúan los principios básicos de funciones y responsabilidades, autoridad y autonomía y, sistema de información, pero profundizando en el manejo del departamento de mantenimiento.

III. Planificación de mantenimiento

Abarca los siguientes principios básicos:

- **Objetivos y Metas.** Busca evidenciar los objetivos y metas alcanzables a través de la designación de recursos, actividades y responsables para que las intervenciones de mantenimiento se ejecuten según lo planificado.
- **Políticas para la planificación.** Luego de un estudio donde se especifiquen las necesidades reales del mantenimiento y se priorice su ejecución, la gerencia de mantenimiento podrá establecer las políticas, tomando en consideración su alcance, justificación y una breve descripción de los objetivos que se persiguen.
- **Control y evaluación.** Se debe contar con un sistema de identificación de los equipos que permita registrar información acerca de su ubicación y especificaciones técnicas. También, es importante contar con registros de procedimientos, manuales de mantenimiento, tiempo de parada y reparación.

IV-VII. Mantenimiento rutinario, programado, circunstancial y correctivo

Estos cuatro tipos de intervenciones de mantenimiento son evaluados mediante siguientes principios básicos:

- **Planificación.** Busca determinar si la organización posee preestablecidas las actividades que se van a realizar a los equipos en cada una de estas categorías de intervención, asignado los recursos materiales y humanos y, detallado por escrito las actividades a ejecutar.
- **Programación e implantación.** Evalúa la asignación de tiempos y frecuencias para el desarrollo de las actividades previstas, asegurando que no se impacte negativamente el proceso productivo.
- **Control y evaluación.** Identifica si el departamento de mantenimiento dispone de mecanismos para conservar registros detallados de las intervenciones realizadas y evaluar la eficiencia de las actividades enmarcadas en la programación.

VIII. Mantenimiento Preventivo

Como punto de partida antes de los principios básicos evaluados para las intervenciones descritas en párrafo anterior, en el caso de la prevención, se adiciona el siguiente punto:

- Determinación de parámetros. Donde la organización deberá lograr efectividad en el sistema mediante estudios de confiabilidad y mantenibilidad; determinando frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando métodos estadísticos y determinaciones de tiempos entre fallas y tiempos de parada.

IX. Mantenimiento por averías

Para este tipo de intervención, los principios básicos a evaluar son:

- Atención a las fallas. La organización tiene la capacidad de responder de manera rápida y efectiva cualquier fallo presentado, asegurando el pronto restablecimiento de la disponibilidad de maquinaria, utilizando para ello reportes de fallo, órdenes de trabajo, salidas de materiales, etc.
- Supervisión y ejecución. Busca garantizar que las solicitudes de atención urgentes se efectúen inmediatamente se han reportado y que se dé seguimiento por un período de prueba para asegurar la eficacia de la reparación.
- Información sobre las averías. Valora si la organización cuenta con el personal adecuado para recolectar, depurar, almacenar, procesar y distribuir la información derivada de averías para analizar las causas que las ocasionaron y aplicar acciones de corrección.

Vale la pena profundizar en las definiciones particulares para cada uno de estos tipos de mantenimiento, de esta manera, tal como se detalla en (Ministerio de Fomento COVENIN 3049-93, 1993), se tiene:

- Mantenimiento rutinario: tiene como objetivo mantener y alargar la vida de los equipos. Comprende actividades tales como lubricación, limpieza, ajuste,

calibración, etc. con frecuencias de ejecución breves (semanales) y puede ser por lo general, ejecutado por el personal operativo.

- Mantenimiento programado: toma como base las instrucciones técnicas dadas por los fabricantes de los equipos, usuarios y experiencias para obtener ciclos de revisiones o cambios de elementos. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente períodos anuales. Se ejecuta con cuadrillas de mantenimiento previo un plan establecido.
- Mantenimiento correctivo: comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo. Las acciones más comunes son actualizaciones tecnológicas de componentes y cambios de especificaciones. Estas intervenciones son realizadas por el personal de mantenimiento propio o mediante una subcontratación, dependiendo de la especialización.
- Mantenimiento por avería o reparación: es la intervención de mantenimiento cuando acontece una falla. Su objetivo es devolver la disponibilidad en el menor tiempo posible y es ejecutado por personal propio de la organización.
- Mantenimiento circunstancial: es la atención de mantenimiento planificada para corregir una falla potencial. Es decir, la falla ha sido detectada sin embargo aún no es crítica y permite coordinar que la intervención se efectúe a corto plazo en un paro productivo planificado o acordado.
- Mantenimiento preventivo: es aquel tipo de mantenimiento que se vale de estadística para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones o sustitución de piezas claves provocando intervenciones que se adelanten a la aparición de una avería.

X. Personal de mantenimiento.

En esta área se estudian los siguientes principios:

- Cuantificación de las necesidades de personal. Busca determinar el número óptimo de las personas que se requieren en el departamento de mantenimiento para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Selección y formación. Determina si la organización selecciona a sus colaboradores atendiendo la descripción de los puestos de trabajo diseñados
- Motivación e incentivos. Se busca conocer si la empresa conoce la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la producción y la calidad, emprendiendo acciones para incentivar el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal. Incluye poseer un sistema de evaluación periódica.

XI. Apoyo logístico

Los principios básicos evaluados en este apartado serán:

- Apoyo administrativo. Busca advertir apoyo de la administración de la empresa hacia el departamento de mantenimiento en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales.
- Apoyo gerencial. Evalúa si la gerencia de la empresa conoce la información necesaria del departamento de mantenimiento y se le da a este el mismo nivel de las unidades principales del organigrama funcional.
- Apoyo general. Otorga puntuación a la afirmación de que el departamento de mantenimiento cuenta con el apoyo de toda la organización y trabaja en coordinación con cada uno de los entes que lo conforman.

XII. Recursos

En esta última área, se evalúan los últimos cinco principios básicos descritos en la norma CONVENIN 2500-93.

- Equipos. Busca responder a la interrogante de si la organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para ejecutar sus intervenciones, considerando alternativas tecnológicas y variedad de proveedores para la selección y adquisición.
- Herramientas. Evalúa si el grupo de mantenimiento cuenta con y tiene a la mano las herramientas necesarias para desempeñar sus asignaciones.
- Instrumentos. Considera si mantenimiento tiene los instrumentos adecuados para llevar a cabo las tareas.
- Materiales. Relacionado con el inventario de materiales, su calidad y el tiempo de espera para su obtención.
- Repuestos. Relacionado con el abastecimiento de repuestos, su calidad, tiempo de espera para su obtención y mecanismo de almacenaje.

En el Capítulo tres. Marco metodológico, se presentan los puntajes asociados a cada uno de los principios básicos y se explica la manera en que se aplica la evaluación.

3. MARCO METODOLÓGICO

La investigación se plantea de tipo descriptivo, donde se identifiquen y mencionen los aspectos más significativos y distintivos de la gestión actual del mantenimiento en el área de tintorería de la empresa textil en estudio.

Adicionalmente, se tendrá una medición cuantitativa, basada en la norma COVENIN 2500-93 que como se mencionó anteriormente, evalúa distintos principios básicos distribuidos entre las 12 áreas en la que se clasifica la norma, adicionalmente, utiliza un sistema de penalizaciones o deméritos que permiten partir de la situación ideal para ubicar la situación actual de la gestión de mantenimiento.

Los resultados de esta medición serán obtenidos a través de entrevistas “uno a uno” con el personal de mantenimiento, tanto jefaturas como encargados técnicos, los cuales deberán respaldar con documentación la opinión que posean para la asignación de las puntuaciones de cada área.

Con la aplicación de esta herramienta, es factible asignar una calificación al resultado del diagnóstico de condición actual de la gestión de mantenimiento en evaluación. Cualquier puntaje obtenido debajo de 100 % de cumplimiento en cada uno de los elementos de juicio representa una oportunidad de mejora; sin embargo, una nota global permite identificar el grado de madurez de la organización proporcionando una estimación de nivel dentro de una escala entre 0 y 100%.

Dado que la norma COVENIN 2500-93 no contempla una escala que permita posicionar a la compañía en estudio dentro de una escala, el equipo de trabajo propone utilizar la mostrada en la Tabla 1 que es un diseño de Sallik Villamizar donde se utiliza una escala de cinco rangos para identificar de forma puntual la situación de la compañía.

Tabla 1. Escala de puntuación a la gestión de mantenimiento

Rango de aplicación	Término	Definición
91-100 %	Excelencia	Existe un sistema de mantenimiento de clase mundial con las mejores prácticas operacionales
81-90 %	Competencia	Existe un sistema de mantenimiento con tendencia a clase mundial, pero existen pequeñas brechas por cerrar. Es un sistema muy bueno con nivel de operaciones efectivas.
71-80 %	Entendimiento	Existe un sistema de mantenimiento básico, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial
51-70 %	Conciencia	Existe un sistema de mantenimiento básico, pero se desconocen las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial, por lo tanto, se evidencian oportunidades de mejora.
0-50 %	Inocencia	No existe un sistema de mantenimiento básico. Se está por debajo del promedio con muchas oportunidades para mejorar

Fuente: (Villamizar, 2007)

En este capítulo, se describirá la manera en que la norma está diseñada y cuál es la metodología definida para la obtención del puntaje. Como se mencionó en el capítulo anterior, la norma está dividida en 12 áreas, a las cuales, el COVENIN le ha otorgado cierto valor de peso. Los pesos asignados a cada área de evaluación se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Peso por área de evaluación

Área de evaluación	Peso
Organización de la empresa	150
Organización de mantenimiento	200
Planificación de mantenimiento	200
Mantenimiento rutinario	250
Mantenimiento programado	250
Mantenimiento circunstancial	250
Mantenimiento correctivo	250
Mantenimiento preventivo	250
Mantenimiento por avería	250
Personal de mantenimiento	200
Apoyo logístico	100
Recursos	150

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

Como puede observarse, el puntaje asignado para cada área está en un rango comprendido entre 100 y 250 puntos para totalizar 2500 puntos.

Posteriormente, cada una de las áreas es dividida en distintos principios básicos, donde a cada uno de ellos también le es asignado un peso. A continuación, se detallan esos valores:

Para el caso del área Organización de la empresa, los principios básicos asociados son puntuados con valores de 60, 40 y 50 como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Puntaje asociado. Área Organización de la empresa

Organización de la empresa	Principios Básicos	Puntaje
	Funciones y Responsabilidades.	60
	Autoridad y Autonomía	40
	Sistema de Información	50
		150

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

El área de Organización del mantenimiento tiene un peso total de 200 puntos divididos en tres principios básicos con distintos valores como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Puntaje asociado. Área Organización del mantenimiento

Organización de mantenimiento	Principios Básicos	Puntaje
	Funciones y Responsabilidades.	80
	Autoridad y Autonomía	50
	Sistema de Información	70
		200

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

La planificación del mantenimiento evalúa tres principios básicos con puntajes de 70 y 60, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Puntaje asociado. Área Planificación del mantenimiento

Planificación de mantenimiento	Principios Básicos	Puntaje
	Objetivos y Metas	70
	Políticas para la planificación	70
	Control y Evaluación	60
		200

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

En el caso de los tipos de mantenimiento, la norma puntúa a cada área con 250 tantos con rangos entre 40 y 100 puntos por cada principio. En las seis áreas que evalúan los tipos de mantenimiento, se concentra el 60 % de los puntos posibles de toda la evaluación, dejando en evidencia que la norma busca asegurar las fortalezas en la planificación, ejecución, control y evaluación de los distintos tipos de mantenimiento.

Para los tipos de mantenimiento rutinario, programado, circunstancial y correctivo, los principios asociados y sus respectivos puntajes son los mismos. Obteniendo el principio de Planificación el puntaje más alto de toda la norma con 100 puntos, buscando hacer énfasis en que esta etapa tiene mucha injerencia en los resultados de las etapas posteriores.

La Tabla 6 muestra los puntajes asociados a las áreas de mantenimiento rutinario, programado, circunstancial y correctivo.

Tabla 6. Puntaje asociado. Área Mtto rutinario, programado, circunstancial y correctivo

Mantenimiento rutinario, programado, circunstancial, correctivo	Principios Básicos	Puntaje
	Planificación	100
	Programación e Implantación	80
	Control y Evaluación	70
		250

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

Como se ha mencionado antes, el área de mantenimiento preventivo adiciona un principio básico base para su evaluación: Determinación de parámetros, siendo en este caso el que asume la mayor puntuación, tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Puntaje asociado. Área Mantenimiento preventivo

Mantenimiento preventivo	Principios Básicos	Puntaje
	Determinación de Parámetros	80
	Planificación	40
	Programación e Implantación	70
	Control y Evaluación	60
	250	

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

La Tabla 8, muestra los puntos asociados al área de mantenimiento por averías, donde se evalúan los principios de atención a fallas, supervisión y ejecución y la información recolectada de la intervención.

Tabla 8. Puntaje asociado. Área Mantenimiento por avería

Mantenimiento por avería	Principios Básicos	Puntaje
	Atención a las Fallas	100
	Supervisión y Ejecución	80
	Información sobre las averías	70
	250	

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

El puntaje asignado al área de Personal de mantenimiento es de 200 puntos, evaluando principios de cuantificación de carga, selección, formación, motivación e incentivos, tal como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Puntaje asociado. Área Personal de mantenimiento

Personal de mantenimiento	Principios Básicos	Puntaje
	Cuantificación de las necesidades del personal	70
	Selección y Formación	80
	Motivación e Incentivos	50
	200	

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

El área con menor puntaje asociado es la de Apoyo logístico, donde únicamente se distribuyen 100 puntos en tres diferentes principios básicos relacionados con el apoyo de terceros hacia el departamento de mantenimiento. Ver Tabla 10.

Tabla 10. Puntaje asociado. Área Apoyo logístico

Apoyo logístico	Principios Básicos	Puntaje
	Apoyo Administrativo	40
	Apoyo Gerencial	40
	Apoyo General	20
		100

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

La última área de evaluación distribuye equitativamente 150 puntos entre cinco principios básicos relacionados con los insumos requeridos para una buena ejecución de las intervenciones de mantenimiento. El detalle de puntaje se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Puntaje asociado. Área Recursos

Recursos	Principios Básicos	Puntaje
	Equipos	30
	Herramientas	30
	Instrumentos	30
	Materiales	30
	Repuestos	30
		150

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

Para proceder a la obtención de resultados, el equipo a cargo deberá completar la plantilla de evaluación. El paso inicial es dar lectura a la definición de cada principio básico para poder contextualizarse con el requerimiento para luego, dar lectura a cada uno de los deméritos asociados los cuales deberá puntuar, uno a uno basado en la información obtenida. La calificación asignada a cada demérito puede ser cualquier número entre cero y su valor máximo del puntaje ya establecido.

En la Tabla 12, se muestra un ejemplo de evaluación del Principios básico “Funciones y responsabilidades”, del área Organización de la empresa.

En primera columna, puede leerse el principio básico, el cual tiene una puntuación máxima de 60 tantos **(A)**, posteriormente se describen los deméritos, cada uno con un puntaje máximo de 20 **(B)**. Como puede observarse la calificación asignada es de 10 **(C)** puntos para cada demérito ya que pudo constatar que actividad se realiza parcialmente. La sumatoria de los deméritos **(D)** es restada del puntaje total asignado al Principio básico y este valor, a su vez, es descontado de la Puntuación máxima posible para el área en evaluación **(E)**.

Tabla 12. Ejemplo de evaluación de Principios Básicos

	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación	Observaciones
AREA I: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	150		120 (E)	
I.1 Funciones y Responsabilidades.			30 (D)	
Principio Básico				
La Organización posee un organigrama general y por departamentos. Se tienen definidas por escrito las descripciones de las diferentes funciones con su correspondiente asignación de responsabilidades para todas las unidades estructurales de la organización (guardando la relación con su tamaño y complejidad en producción).	60 (A)			
Deméritos				
I.1.1 La Organización no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general, como a nivel de departamentos.		20 (B)	10 (C)	Organigramas desactualizados
I.1.2 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están especificadas por escrito, o presentan falta de claridad.		20	10	Labores asignadas de manera verbal
I.1.3 La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.		20	10	En ocasiones únicamente los jefes conocen las responsabilidades

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

Se agregó a la herramienta de evaluación una columna para redactar observaciones que posteriormente pueden ser usados para la elaboración del informe de resultados.

La actividad anterior se debe realizar para los 39 principios básicos y los 211 deméritos asociados. El evaluador requerirá realizar diversas entrevistas, solicitar evidencias y observar comportamientos para poder asignar las calificaciones con el menor sesgo posible.

El instrumento cuenta adicionalmente con una ficha de evaluación que incluye un diagrama de barra para visualizar la situación actual de la gestión de mantenimiento para cada una de las 12 áreas mencionadas. En esta ficha, se hace la transformación de los puntajes asignados a porcentajes de cumplimiento, como se ejemplifica en la Tabla 13.

Tabla 13. Ejemplo de transformación de puntajes

ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS	TOTAL DEMÉRITOS	PTS	Cumplimiento
Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades	60	30	30	50 %

Fuente: elaboración propia.

Posterior a esto, se reorganiza cada principio básico asociándolo a una de las cinco etapas de la gestión del trabajo: identificación, priorización, programación, ejecución o medición. Es en esta reorganización a etapas o procesos de gestión del trabajo donde se mostrará porcentualmente la brecha a partir de la diferencia entre la mejor práctica (puntaje máximo por principio básico) y el resultado de la evaluación, permitiendo plasmar las estrategias que conformarán la propuesta a sugerir a la Gerencia de Mantenimiento para la mejora.

De esta manera, la norma está diseñada para que la evaluación se realice de forma ordenada por áreas de enfoque y posteriormente se reorganiza y asocia por etapas comunes, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Etapas de gestión del trabajo

Proceso de gestión del trabajo	Área evaluada	Principio Básico asociado
IDENTIFICACIÓN	Planificación de Mantenimiento	Políticas para la Planificación
	Mantenimiento Rutinario, programado, circunstancial y correctivo	Planificación
	Mantenimiento Preventivo	Determinación de Parámetros
		Planificación
PRIORIZACIÓN	Planificación de Mantenimiento	Objetivos y Metas
	Mantenimiento por Avería	Atención de Fallas
PROGRAMACIÓN	Mantenimiento Rutinario, programado, circunstancial, correctivo y preventivo	Programación
	Personal de Mantenimiento	Cuantificación Necesidades de Personal
	Apoyo Logístico	Apoyo Administrativo
	Recursos	Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos
EJECUCIÓN	Mantenimiento Rutinario, programado, circunstancial, correctivo y preventivo	Implantación
	Mantenimiento por Avería	Supervisión y Ejecución
MEDICIÓN	Planificación de Mantenimiento	Control y Evaluación
	Mantenimiento Rutinario, programado, circunstancial, correctivo y preventivo	
	Mantenimiento por Avería	Información sobre Averías
	Personal de Mantenimiento	Cuantificación Necesidades de Personal
	Recursos	Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos

Fuente: elaboración propia. Basado en (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993)

Los resultados de la evaluación se muestran a continuación, en el capítulo cuatro.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Concluida la aplicación de la herramienta “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria” (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993) , se ha obtenido una calificación global para la gestión de mantenimiento del departamento de tintorería de la empresa Hilcasa S.A de C.V. y se han identificado oportunidades de mejora para cada punto evaluado, las cuales se mostrarán en el presente capítulo.

Los resultados indican que la calificación actual de la empresa es de 72.60 % de cumplimiento, logrando 1815 puntos de 2500 obtenibles lo que la ubica en el nivel de **Entendimiento** según la escala de (Villamizar, 2007) mostrada en la Tabla 1, reflejando que existe un sistema de mantenimiento básico donde se aplican únicamente algunas de las mejores prácticas de clase mundial.

A continuación, se presentan los resultados por área de evaluación, resaltando aquellos principios con la mejor evaluación por área y asociando los resultados con la escala de Sallik Villamizar para reflejar inocencia, conciencia, entendimiento, competencia o excelencia en el ítem relacionada.

4.1 Organización de la empresa

Respecto a la Organización de la empresa, se observan niveles de conciencia al evaluar el área con 82 puntos de 150 posibles, siendo el principio mejor evaluado el de Autoridad y Autonomía con el 70 % del puntaje posible, seguido por el principio de Funciones y responsabilidad que alcanzó el 50 %, como puede interpretarse de la Tabla 15.

Tabla 15. Resultados. Área Organización de la empresa

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Funciones Y responsabilidades	60	30	30
2. Autoridad y autonomía	40	12	28
3. Sistema de información	50	26	24
Total obtenible	150	68	82

Fuente: elaboración propia

En la Figura 12 puede observarse que, respecto al área de Organización de la empresa, las mayores brechas están en el principio de Sistema de información.

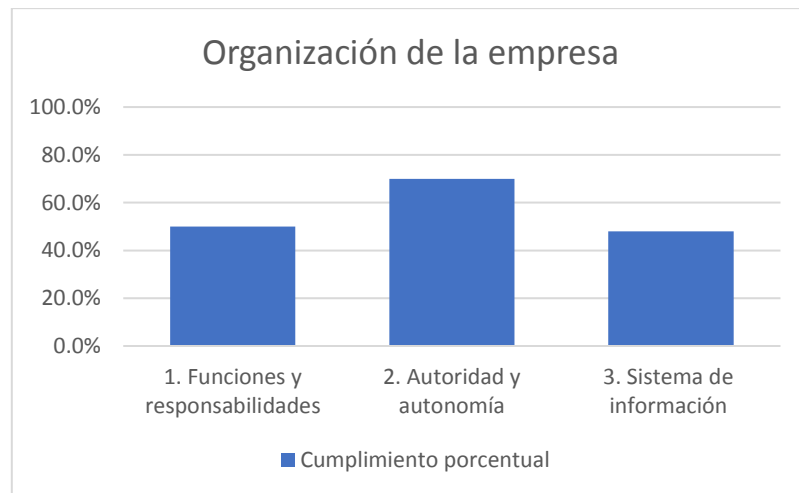


Figura 12. Gráfico de resultados. Área Organización de la empresa

Fuente: elaboración propia

Se ha podido interpretar que, a nivel general de departamentos, la estructura organizativa es bastante clara, dividiéndose en tres grandes bloques: producción, calidad y mantenimiento bajo la dependencia de la gerencia operativa, como se muestra en la Figura 13.

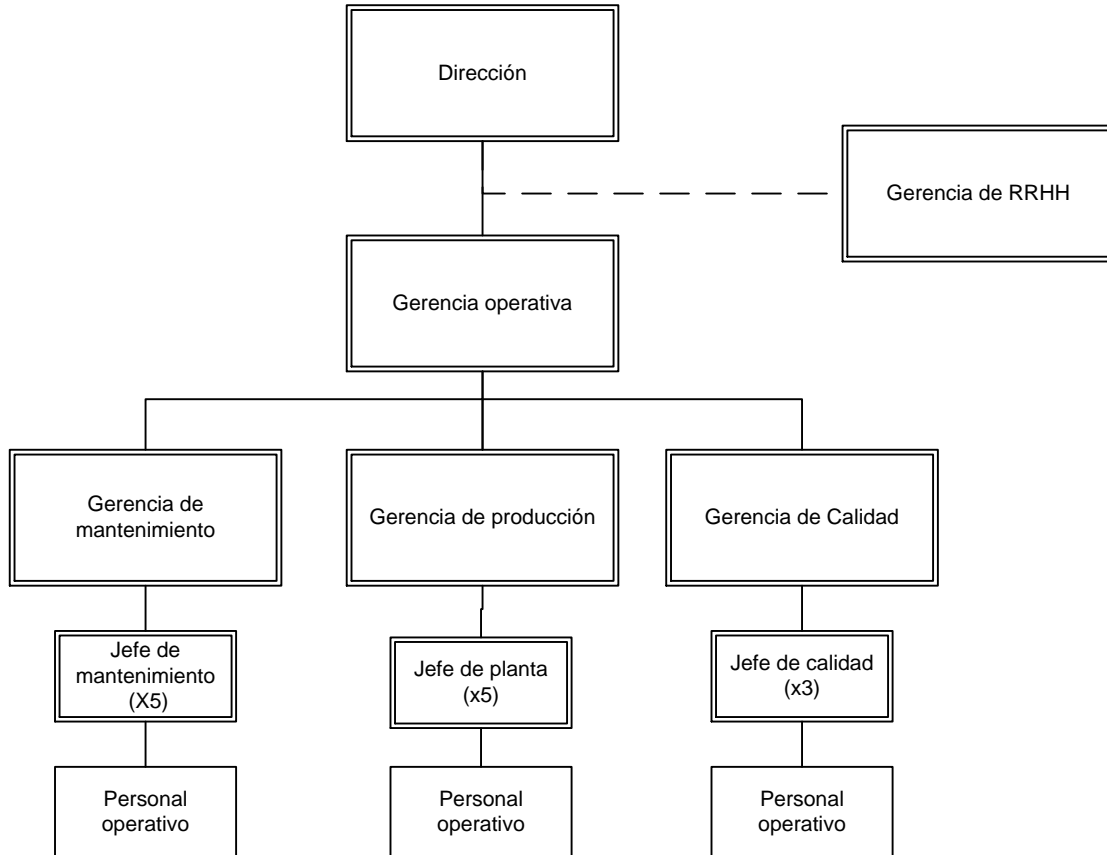


Figura 13. Estructura organizativa funcional Hilcasa
Fuente: elaboración propia

4.2 Organización de mantenimiento

El área de Organización de mantenimiento se evaluó con 116 puntos de 200 posibles, entrando en el rango de Conciencia. El principio mejor puntuado el de Autoridad y autonomía que únicamente fue penalizado con dos puntos por demérito y el de Sistema de información el que presentó mayor oportunidad de mejora. El resumen de los resultados se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados. Área Organización de mantenimiento

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Funciones y responsabilidades	80	32	48
2. Autoridad y autonomía	50	2	48
3. Sistema de información	70	50	20
Total obtenible	200	84	116

Fuente: elaboración propia

En la Figura 14, se ilustran los resultados obtenidos para el área de Organización del mantenimiento.

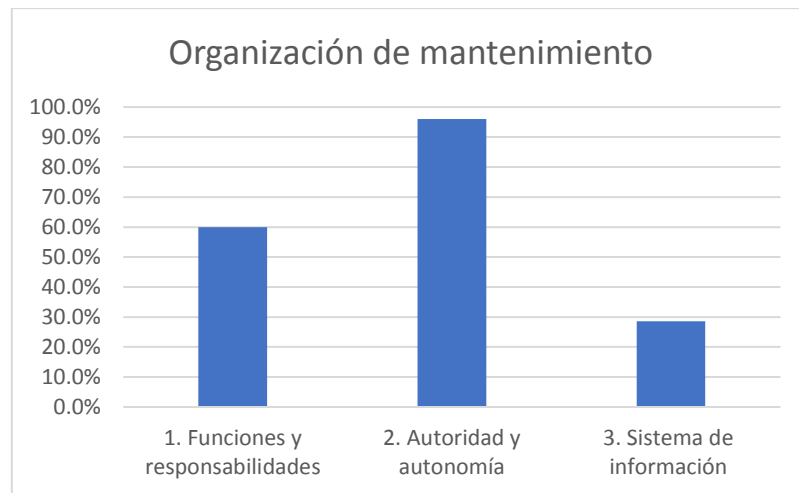


Figura 14. Gráfico de resultados. Área Organización de mantenimiento

Fuente: elaboración propia

Durante la recolección de información, pudo notarse que el departamento de mantenimiento para el área de teñido es lineal y cuenta con un jefe de mantenimiento al cual reportan de manera directa los supervisores de mantenimiento quienes tienen a su cargo a los mecánicos de turno, de cuadrilla y un electricista. La distribución jerárquica del departamento de mantenimiento se entiende como se muestra en la Figura 15.

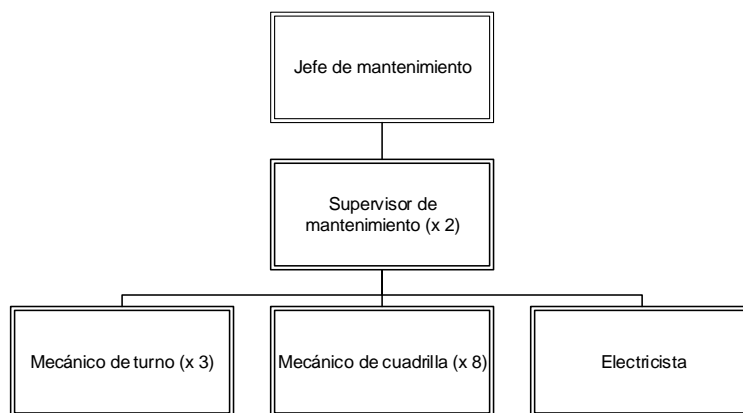


Figura 15. Estructura funcional de mantenimiento
Fuente: elaboración propia

4.3 Planificación de mantenimiento

El área de planificación de mantenimiento en el proceso de tintorería de Hilcasa, se evidencia en estado de conciencia, logró un 60 % de cumplimiento al ganar 121 puntos de 200 disponibles, perdiendo un total de 79 puntos dada la ausencia de objetivos, metas, políticas y procesos de evaluación claros en la gestión del mantenimiento. En la Tabla 17 se muestran los resultados.

Tabla 17. Resultados. Área Planificación del mantenimiento

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Objetivos y metas	70	25	45
2. Políticas para planificación	70	25	45
3. Control y evaluación	60	29	31
Total obtenible	200	79	121

Fuente: elaboración propia

En la Figura 16 se observan gráficamente los porcentajes de brecha resultantes. Cada principio tiene una brecha de entre 35 y 48 %, siendo el principio más retado el de Control y evaluación.

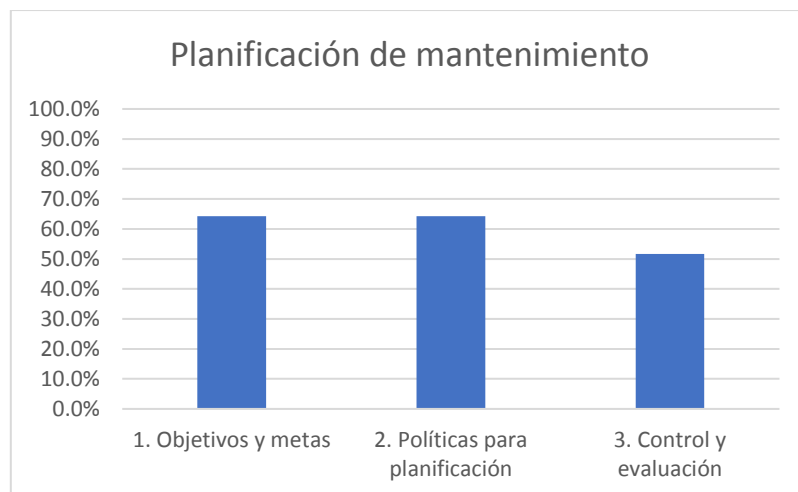


Figura 16. Gráfico de resultados. Área Planificación de mantenimiento
Fuente: elaboración propia

4.4 Mantenimiento rutinario

En la Tabla 18, se muestran los resultados obtenidos para el mantenimiento rutinario. El área se evalúa con un nivel de Conciencia con 60 % del cumplimiento; sin embargo, puede observarse un nivel de competencia en el principio relacionado a planificación del mantenimiento rutinario y el grado de inocencia en lo referente al principio de Control y evaluación al solo lograr cerca del 40 % de cumplimiento.

Tabla 18. Resultados. Área Mantenimiento rutinario

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Planificación	100	20	80
2. Programación e implantación	80	37	43
3. Control y evaluación	70	43	27
Total obtenible	250	100	150

Fuente: elaboración propia

Lo anterior queda expresado gráficamente en la Figura 17.

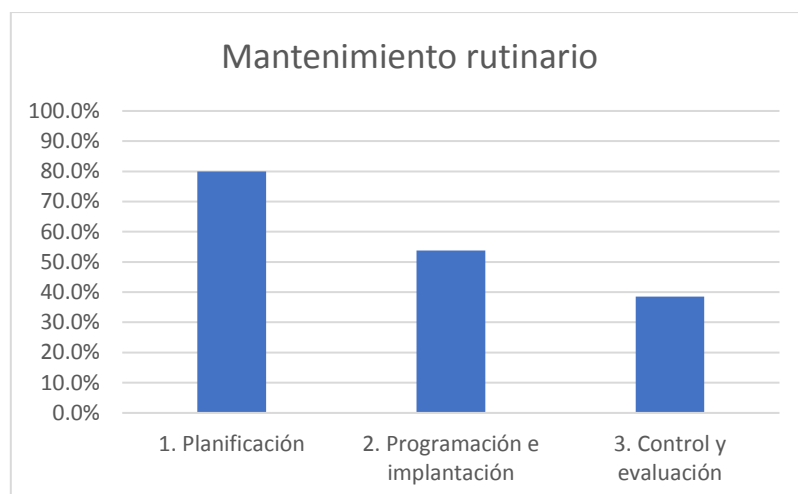


Figura 17. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento rutinario
Fuente: elaboración propia

4.5 Mantenimiento programado

El área de mantenimiento programado alcanzó un cumplimiento de 73 % con 181 puntos de 250 posibles. Siendo el principio de Planificación el que jugó en mayor detrimento de la calificación. A pesar de que las actividades puras de mantenimiento programado se realizan tomando como base las experiencias de los técnicos y los usuarios, en algunos casos no es posible contrastar con las instrucciones técnicas de los fabricantes por la ausencia de manuales detallados para todo el parque de maquinaria. El resumen de los resultados se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Resultados. Área Mantenimiento programado

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Planificación	100	33	67
2. Programación e implantación	80	20	60
3. Control y evaluación	70	16	54
Total obtenible	250	69	181

Fuente: elaboración propia

La Figura 18 muestra el grado de competencia alcanzado para cada uno de los principios básicos evaluados en el área de Mantenimiento programado evidenciándose todos entre un 67 y 77 % alcanzado.



Figura 18. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento programado
Fuente: elaboración propia

4.6 Mantenimiento circunstancial

Una de las áreas mejor evaluadas es sin duda la relativa al Mantenimiento circunstancial logrando un global de 84 % de competencia, como puede observarse en la Tabla 20. Sin embargo, no deja de trabajarse de manera reactiva al gestionar la adquisición de algunas refacciones por emergencia ante el desabastecimiento de bodega.

Tabla 20. Resultados. Área Mantenimiento circunstancial

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Planificación	100	10	90
2. Programación e implantación	80	10	70
3. Control y evaluación	70	20	50
Total obtenible	250	40	210

Fuente: elaboración propia

En la Figura 19 puede observarse que la mayor brecha se encuentra en el principio básico de Control y evaluación del mantenimiento circunstancial, en gran medida por la razón de que no se cuenta con un sistema que identifique cuales son las máquinas a las que pueda intervenirles de manera circunstancial.

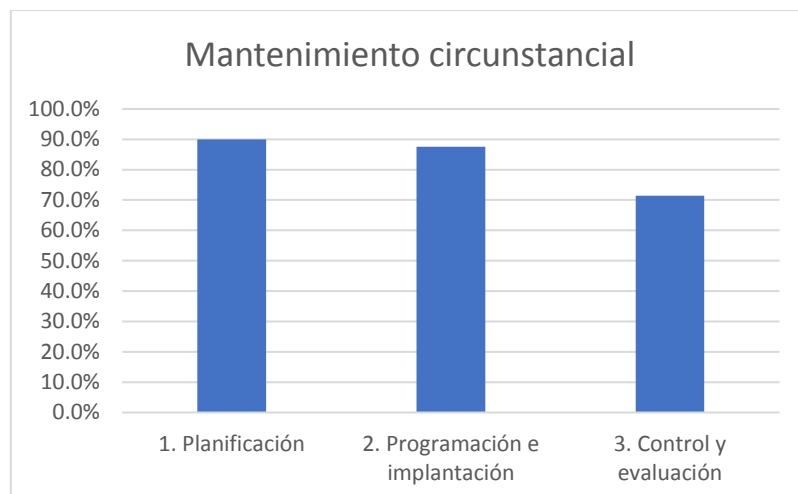


Figura 19. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento circunstancial
Fuente: elaboración propia

4.7 Mantenimiento correctivo

En el caso del mantenimiento correctivo, puede observarse una amplia fortaleza en el principio básico de programación e implantación. Dado que el tipo de maquinaria con la que cuenta la empresa es de alta tecnología, es común que el equipo de mantenimiento o producción se apoye con los fabricantes en la búsqueda de rápidas soluciones a las fallas que se van presentando. Los resultados se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultados. Área Mantenimiento correctivo

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Planificación	100	10	90
2. Programación e implantación	80	5	75
3. Control y evaluación	70	25	45
Total obtenible	250	40	210

Fuente: elaboración propia

El gráfico de la Figura 20 muestra que la mayor oportunidad de mejora para esta área está en el principio de Control y evaluación.

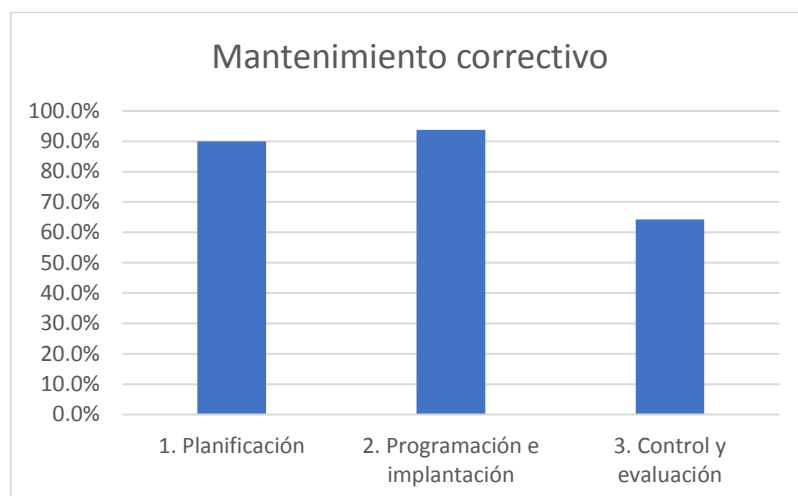


Figura 20. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento correctivo
Fuente: elaboración propia

4.8 Mantenimiento preventivo

Con 76 % de cumplimiento (190 puntos de 250 posibles), el área de mantenimiento preventivo se muestra con entendimiento para las tareas encaminadas a la detección temprana de fallas potenciales. El resumen de los resultados se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22. Resultados. Área Mantenimiento preventivo

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Determinación de parámetros	80	15	65
2. Planificación	40	10	30
3. Programación e implantación	70	5	65
4. Control y evaluación	60	30	30
Total obtenible	250	60	190

Fuente: elaboración propia

En la Figura 21, puede evidenciarse que el principio básico con mayor brecha es el de control y evaluación, seguido del de planificación. El principio mejor evaluado fue el de Programación e implantación.

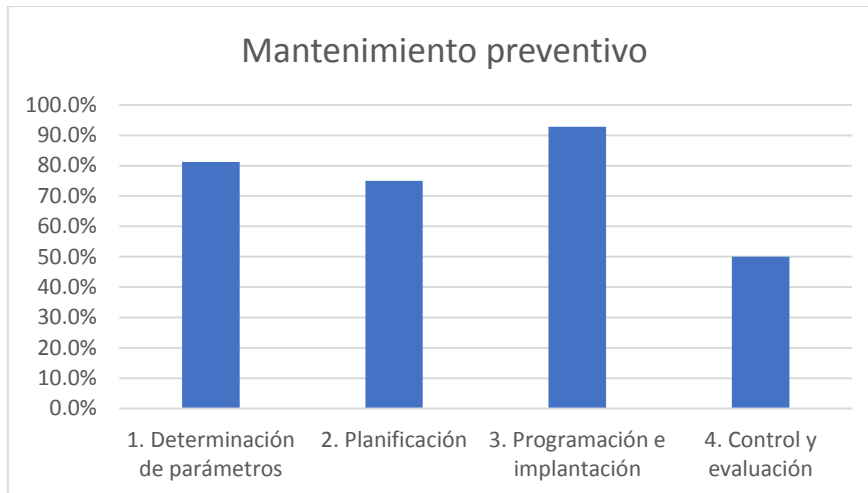


Figura 21. Gráfica de resultados. Área Mantenimiento preventivo
Fuente: elaboración propia

Entre la información recabada, se notó que el personal de mantenimiento cuenta con una cuadrilla de ocho mecánicos, un electricista y dos supervisores, los cuales realizan sus actividades en jornadas diurnas de ocho horas y tres mecánicos de turno quienes están asignados por turnos con horarios de trabajo diferenciadas entre seis y 12 horas.

Todos los mantenimientos preventivos se realizan por la cuadrilla y según la carga de trabajo el mecánico de turno apoya. Si se presenta un mantenimiento por avería, el mecánico de turno es apoyado por el equipo de la cuadrilla.

4.9 Mantenimiento por avería

Con 71 % de cumplimiento, el área de mantenimiento por avería se coloca en una etapa temprana de entendimiento. Existe un 70 % de compromiso en devolver la disponibilidad de maquinaria en el menor tiempo posible. Información adicional se resume a continuación, en la Tabla 23.

Tabla 23. Resultados. Área Mantenimiento por avería

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Atención a fallas	100	30	70
2. Supervisión y ejecución	80	7	73
3. Información sobre averías	70	35	35
Total obtenible	250	72	178

Fuente: elaboración propia

En la Figura 22, puede observarse que el principio de Información sobre averías refleja un 50 % de brecha.

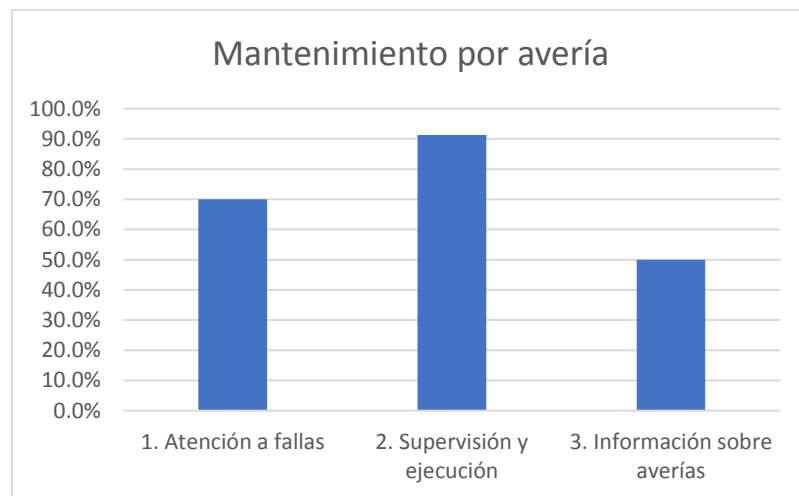


Figura 22. Gráfico de resultados. Área Mantenimiento por avería

Fuente: elaboración propia

4.10 Personal de mantenimiento

En la Tabla 24 se presentan los resultados obtenidos para el área de Personal de mantenimiento. El área de evalúa en la escala más alta de entendimiento. Siendo el principio con mayor puntaje obtenido el de Motivación e incentivos.

Tabla 24. Resultados. Área Personal de mantenimiento

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Cuantificación de las necesidades de personal	70	15	55
2. Selección y formación	80	20	60
3. Motivación e incentivos	50	5	45
Total obtenible	200	40	160

Fuente: elaboración propia

En la Figura 23 puede observarse que el principio con mayor oportunidad de mejora es el de Selección y formación.

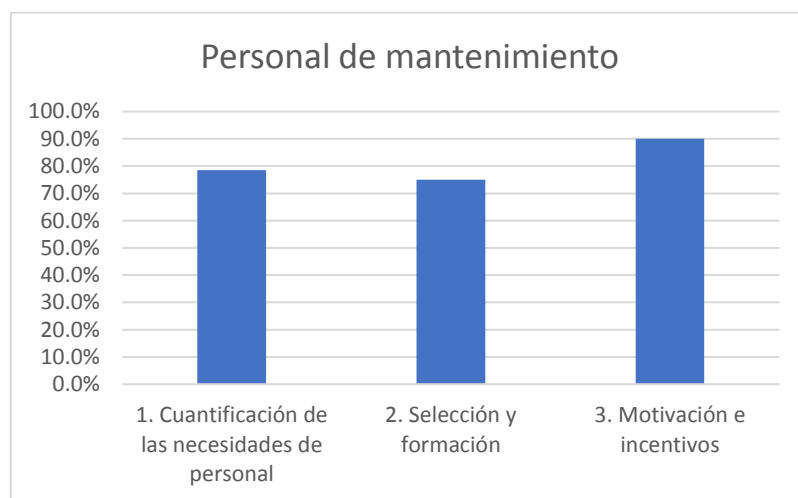


Figura 23. Gráfico de resultados. Área Personal de mantenimiento

Fuente: elaboración propia

4.11 Apoyo logístico/suministros

Los resultados del área Apoyo logístico muestran que la empresa se encuentra en niveles iniciales de excelencia en cuanto al soporte que el departamento de mantenimiento recibe por parte de la administración y la gerencia. En la Tabla 25, se observa el detalle del puntaje obtenidos por cada principio.

Tabla 25. Resultados. Área Apoyo logístico

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Apoyo administrativo	40	5	35
2. Apoyo gerencial	40	0	40
3. Apoyo general	20	4	16
Total obtenible	100	9	91

Fuente: elaboración propia

En la Figura 24 puede observarse que la mayor brecha del área es de 20% y se encuentra en el principio básico de apoyo general, seguido de una brecha de 16 % en el principio básico de Apoyo general.

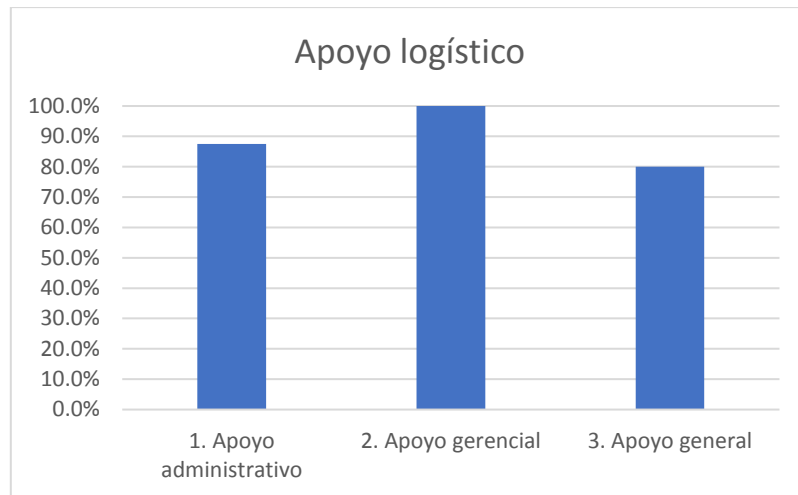


Figura 24. Gráfico de resultados. Área Apoyo logístico

Fuente: elaboración propia

4.12 Recursos

El área de Recursos que contempla los principios básicos de equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos fue evaluado con 84 % de cumplimiento al obtener un total de 126 puntos de 150 posibles, el detalle por principios básicos se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Resultados. Área Recursos

Principio Básico	Puntaje máximo	Total deméritos	Puntaje obtenido
1. Equipos	30	2	28
2. Herramientas	30	10	20
3. Instrumentos	30	4	26
4. Materiales	30	3	27
5. Repuestos	30	5	25
Total obtenible	150	24	126

Fuente: elaboración propia

En la Figura 25 se muestran gráficamente las brechas para cada uno de los principios básicos del área.

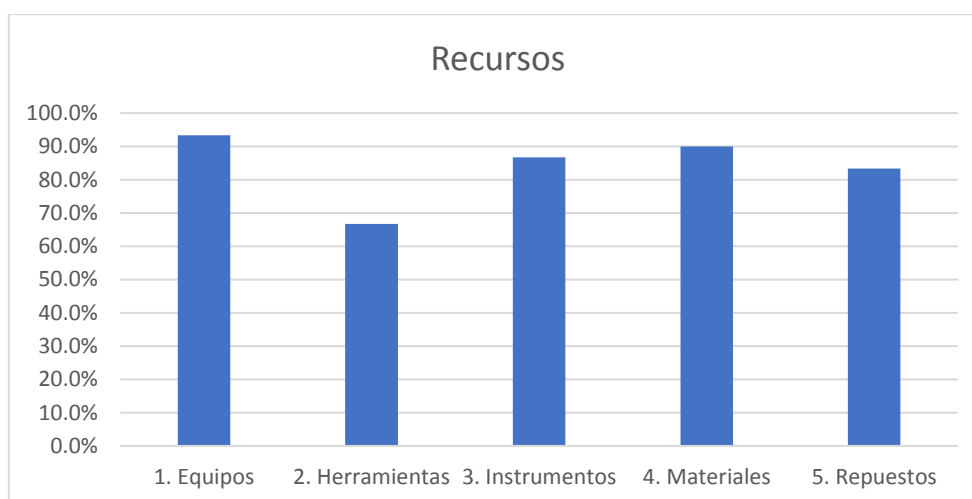


Figura 25. Gráfico de resultados. Área Recursos

Fuente: elaboración propia

En el Anexo 1, se muestra el resumen consolidado de los resultados indicando para cada área los principios evaluados, la cantidad de deméritos asociados y su respectivo puntaje.

4.13 Diagnóstico de deméritos por etapas.

A continuación, se presenta el detalle de cuál fue el demérito que afectó más a la evaluación de cada uno de los principios, asociando cada área de evaluación a las distintas etapas o procesos de la gestión del trabajo.

Etapa I: Identificación

En la etapa de Identificación, se agrupan los principios dedicados a la planificación del mantenimiento.

La Tabla 27 muestra los mayores deméritos asociados a ausencia de documentación como manuales, instructivos, histórico de fallas, entre otros para planear las intervenciones de mantenimiento.

Tabla 27. Mayor demérito. Etapa Identificación

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor demérito
Planificación de Mantenimiento	Políticas para la Planificación	La organización no posee un estudio donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes equipos.
Mantenimiento Rutinario	Planificación	No están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o a los mantenedores aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas.
Mantenimiento Programado	Planificación	No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de la maquinaria, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento. Tampoco se cuenta con los catálogos y manuales de todas máquinas.
Mantenimiento circunstancial	Planificación	Se desconoce cuáles son las máquinas atendibles en mantenimiento circunstancial
Mantenimiento Correctivo	Planificación	No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y establecer planes de acción para evitar su recurrencia

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor demérito
Mantenimiento Preventivo	Determinación de Parámetros	La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de la maquinaria
	Planificación	La organización no cuenta con un formato donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.

Fuente: elaboración propia

Etapa II: Priorización

La etapa de Priorización agrupa los principios básicos de objetivos y metas del área de Planificación de mantenimiento y el principio de Atención de fallas del área de mantenimiento por averías.

Como se detalla en la Tabla 28, los mayores detrimentos de la evaluación en esta etapa son la ausencia de objetivos y metas del departamento de mantenimiento y la poca documentación de las fallas ocurridas para determinado período.

Tabla 28. Mayor demérito. Etapa Priorización

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor demérito
Planificación de Mantenimiento	Objetivos y Metas	No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir La Organización de mantenimiento.
Mantenimiento por Avería	Atención de Fallas	No se cuenta con registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.

Fuente: elaboración propia

Etapa III: Programación

Los principales deméritos de la etapa de programación están relacionados con los preparativos para la correcta ejecución de los distintos tipos de intervenciones de mantenimiento y se presentan en la Tabla 29.

Tabla 29. Mayor demérito. Etapa Programación

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor demérito
Mantenimiento Rutinario	Programación	No existe un sistema para identificar el programa de mantenimiento rutinario a establecer.
Mantenimiento Programado	Programación	Existe el programa de mantenimiento, pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.
Mantenimiento circunstancial	Programación	El mantenimiento circunstancial se realiza sin ningún tipo de basamento técnico
Mantenimiento Correctivo	Programación	El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo no está capacitado para tal fin.
Mantenimiento Preventivo	Programación	Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa
Personal de Mantenimiento	Cuantificación Necesidades de Personal	La organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de mantenimiento y frecuencias.
Apoyo Logístico	Apoyo Administrativo	Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.
Recursos	Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos	No se dispone de un sitio para la localización de equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos donde se facilite y agilice su obtención.

Fuente: elaboración propia

Etapa IV: Ejecución

Como su nombre lo dice, la etapa de ejecución busca evaluar el cumplimiento a los principios básicos de implantación, ejecución y supervisión de los diferentes tipos de intervenciones de mantenimiento. Los detalles de los principales deméritos para cada principio se muestran en la Tabla 30.

Tabla 30. Mayor demérito. Etapa Ejecución

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor detrimento
Mantenimiento Rutinario	Implantación	No se tienen claramente identificados a los sistemas que conformarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario.
Mantenimiento Programado	Implantación	No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.
Mantenimiento circunstancial	Implantación	No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido
Mantenimiento Correctivo	Implantación	El Personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no está capacitado para tal fin
Mantenimiento Preventivo	Implantación	Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa debido al escaso estudio de las fallas realizado.
Mantenimiento por Avería	Supervisión y Ejecución	No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de estas.

Fuente: elaboración propia

Etapa V: Medición

La última etapa evaluada es la de medición. En este proceso se busca identificar los controles y la evaluación que se realiza posterior a la ejecución de los distintos tipos de mantenimiento. Los detalles de los principales deméritos por área de evaluación y principio básico se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31. Mayor demérito. Etapa Medición.

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor demérito
Planificación de Mantenimiento	Control y Evaluación	No se dispone de un inventario técnico de máquinas que permita conocer la función de estos dentro del sistema al cual pertenece.
Mantenimiento Rutinario	Control y Evaluación	No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento

Área de evaluación	Principio Básico	Mayor demérito
		rutinario y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.
Mantenimiento Programado	Control y Evaluación	La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento programado basándose en los recursos utilizados y la incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.
Mantenimiento circunstancial	Control y Evaluación	No se cuenta con sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación del mantenimiento circunstancial en el momento oportuno
Mantenimiento Correctivo	Control y Evaluación	No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación.
Mantenimiento Preventivo	Control y Evaluación	No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.
Mantenimiento por Avería	Información sobre Averías	No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas.
Personal de Mantenimiento	Cuantificación Necesidades de Personal	La Organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.
Recursos	Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos	No se ha determinado el costo por falta de repuestos.

Fuente: elaboración propia

Con la información detallada en este capítulo, se procese a plantear distintas estrategias para afrontar las oportunidades de mejora detectadas.

5. PROPUESTA DE MEJORA

A partir de la evaluación realizada con la norma venezolana COVENIN, se plantean distintas estrategias para que sistemáticamente la empresa pueda cerrar la brecha detectada y conducirse a una gestión de mantenimiento controlada.

Para cada etapa de gestión, inicialmente se mostrarán en una tabla los principios básicos evaluados, el porcentaje de la brecha; es decir, el valor porcentual que impide que actualmente ese aspecto sea evaluado con el 100 % de cumplimiento y, cada una de las acciones propuestas o estrategias a tomar para atacar esas oportunidades de mejora. Posteriormente, cada una de esas estrategias planteadas en respuesta a los principales deméritos al principio básico por cada etapa de gestión, serán desarrolladas.

Etapa I: Identificación

La Tabla 32 muestra las 12 estrategias propuestas para la etapa de identificación, la mayoría relacionadas con gestionar la documentación de información para facilitar la toma de decisiones.

Tabla 32. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Identificación.

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Planificación de la política de mantenimiento	35.70%	1	Definir una política de mantenimiento clara y específica.
		2	Realizar estudios que ayuden a determinar las necesidades de los equipos que requieren mantenimiento
Planificación de Mantenimiento Rutinario	20.00%	3	Establecer las actividades que corresponden a mantenimiento rutinario
Planificación de Mantenimiento Programado	33.00%	4	Documentar los estudios que se realicen para determinar el mantenimiento programado
		5	Detallar las actividades de mantenimiento programado
		6	Recopilar los manuales de toda la maquinaria y equipos
Planificación de Mantenimiento circunstancial	10.00%	7	Establecer las acciones de mantenimiento circunstancial

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Planificación de Mantenimiento Correctivo	10.00%	8	Archivar documentación del mantenimiento correctivo que se realiza
		9	Clasificar las fallas para establecer las acciones de mantenimiento correctivo a ejecutar
Determinación de Parámetros de Mantenimiento Preventivo	18.80%	10	Realizar estudios de confiabilidad.
		11	Realizar estudios estadísticos.
Planificación de Mantenimiento Preventivo	25.00%	12	Elaborar un formato estándar para documentación de la información técnica de los equipos y maquinas
PROMEDIO	21.79%		

Fuente: elaboración propia

Para lograr darle cumplimiento a las estrategias planteadas, las acciones sugeridas a tomar se describen a continuación:

1. Definir una política de mantenimiento clara y específica

Para la creación de la política del departamento, se sugiere que la gerencia de mantenimiento se base en la visión y misión de la empresa, así como en sus principales funciones, responsabilidades y prioridades al momento de ejecutar su trabajo. Lo anterior con el objetivo de crear un enunciado corto que transmita el compromiso del equipo con la generación de valor para la compañía.

A continuación, un ejemplo de política: *“En el departamento de mantenimiento de Hilcasa estamos comprometidos en asegurar el valor máximo de disponibilidad de nuestra maquinaria productiva, ejecutando y controlando la eficacia de los distintos tipos de intervenciones de mantenimiento planificadas”.*

Adicionalmente, se podría numerar elementos no negociables para dar cumplimiento a la política planteada tales como:

- Cumplimiento a los programas de mantenimiento planificados

- Toma de decisiones basadas en datos
- Optimización de costo

2. Realizar estudios que ayuden a determinar las necesidades de los equipos a mantener.

Se recomienda se consulten los manuales de las diferentes máquinas y equipos para identificar el mantenimiento sugerido por el fabricante, a partir de estas actividades se puede determinar cuáles son las necesidades tanto de intervenciones, como de materiales y repuestos necesarios a cierto tiempo.

Adicionalmente, se sugiere la implementación de un estudio de criticidad de equipos, el cual se puede desarrollar por el método tradicional de AHP (Proceso Analítico Jerárquico) asignando una puntuación conforme al impacto del equipo al presentar una falla combinado con la frecuencia de fallas, para obtener así un nivel de criticidad.

Una vez identificados los equipos críticos, realizar el mismo estudio para los componentes del equipo crítico. De esta manera se podrá obtener cuales son los componentes, materiales e insumos primordiales con los cuales debe contar el área de mantenimiento. En el Anexo 2 (Tabla 41), se muestra un ejemplo propuesto.

3. Establecer las actividades que corresponden a mantenimiento rutinario

Se sugiere iniciar con recopilar información por medio de entrevistas al personal sobre las actividades rutinarias que se realizan actualmente, indicando además la frecuencia con que estas son ejecutadas. Además, se propone comparar esas actividades con las recomendadas por el fabricante en los manuales de las máquinas y complementar con las mismas, si fuese necesario.

Una vez recopiladas, consolidar la información en una base de datos, dejando abierto para agregar nuevas actividades en caso sean detectadas. En el Anexo 3 (Tabla 42) se muestra el formato propuesto para el registro de actividades de mantenimiento rutinario. Este también servirá para determinar cuáles son los repuestos necesarios que se deben tener en almacén.

4. Documentar los estudios que se realicen para determinar el mantenimiento programado

Elaborar una base de datos con los resultados de los estudios realizados a los equipos y máquinas, los cuales se utilizarán para programar actividades de mantenimiento, como se muestra el ejemplo del Anexo 4 (Tabla 43).

5. Detallar las actividades de mantenimiento programado

Una vez identificadas las actividades de mantenimiento programado, elaborar una orden de trabajo detallando la o las actividades a realizar de manera que no exista confusión. En el Anexo 5 (Tabla 44), se muestra el formato propuesto.

6. Recopilar los manuales de toda la maquinaria y equipos

En primer lugar, se debe elaborar un inventario de manuales existentes que incluya manuales de operación, catálogo de piezas, diagramas eléctricos, entre otros. En el Anexo 6 (Tabla 45) se muestra el formato propuesto para el levantamiento de dicho inventario.

Una vez conocidos los manuales en existencia, se tienen que recopilar los faltantes, ya sea solicitando al proveedor, buscando en sitios web oficial, etc. El objetivo es contar con los manuales físicos de todos los equipos mantenibles de la compañía y asegurar que estos

estén disponibles para consulta de todo el personal de mantenimiento y que sean evaluados para la planificación de programas de mantenimiento.

7. Establecer las acciones de mantenimiento circunstancial

Para la toma de decisiones de las actividades que se realizarán como mantenimiento circunstancial, es importante tener claro el proceso para seleccionarlas, por ello se presenta en la Figura 26 un flujograma de apoyo para poder discriminar los tipos de mantenimiento según su definición.

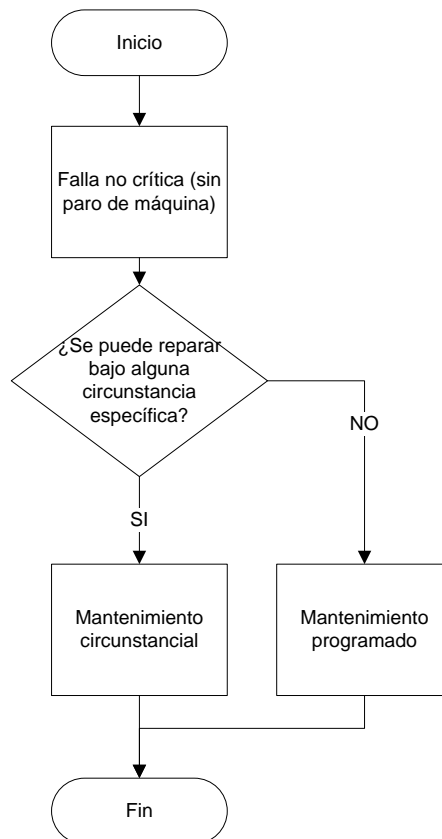


Figura 26. Flujograma de toma de decisión. Mtto circunstancial y programado.
Fuente: elaboración propia

Una vez identificado el mantenimiento circunstancial se debe archivar bajo el formato propuesto en el Anexo 7 (Tabla 46) y elaborar la orden de trabajo mostrada en el Anexo 5 (Tabla 44).

8. Archivar todo el mantenimiento correctivo que se realiza

Luego de realizar un mantenimiento correctivo, documentarlo y archivarlo de una manera adecuada, se sugiere que se elabore una bitácora como la que se presenta en el Anexo 8 (Tabla 47).

9. Clasificar las fallas para establecer la corrección

Para clasificar cuales fallas se van a solventar por medio de la corrección, es importante apoyarse del diagrama mostrado en la Figura 27 y luego de eso archivarlas en una base de datos como la que se muestra en el Anexo 9 (Tabla 48).

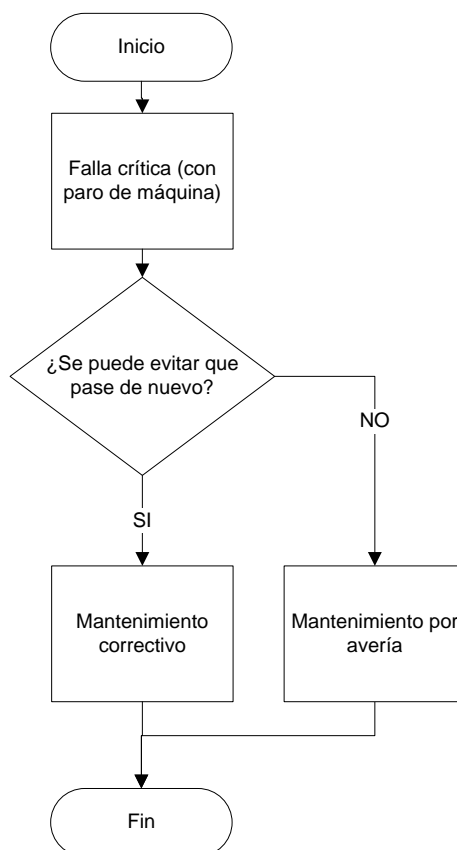


Figura 27. Flujograma de toma de decisión. Mtto correctivo y por avería
Fuente: elaboración propia

10. Realizar estudios de confiabilidad.

Por la etapa incipiente en la que actualmente se encuentra la gestión de mantenimiento de Hilcasa, respecto a este punto inicialmente se recomienda utilizar el indicador MTBF (Tiempo medio entre fallas) con el fin de evaluar la eficiencia del mantenimiento preventivo. Posterior a tener bajo control la medición de este indicador, pueden implementarse metodologías como RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, por sus siglas en inglés) para mejorar los valores promedio de ocurrencia de fallas.

La fórmula para calcular el MTBF se muestra a continuación. Este valor puede ser medido a diario por máquina, por sistema, por línea de producción o por planta y puede documentarse en el formato presentado en el Anexo 10 (Tabla 49).

- MTBF (Tiempo medio entre fallas): relación del tiempo total de operación entre la cantidad de fallas detectadas en un período determinado.

$$MTBF = \frac{\textit{Horas de operación}}{\textit{cantidad de fallas}}$$

Ecuación 1. MTBF

Mientras más grande sea el valor del MTBF se estaría demostrando que el mantenimiento preventivo está siendo efectivo. Es importante fijar una meta para este indicador luego de tener las primeras mediciones y fijar un objetivo a corto, mediano y largo plazo sobre el mismo.

11. Realizar estudios estadísticos

En la evaluación de esta brecha, los puntos de demérito mencionan que la empresa no determina de manera estadística la frecuencia de las revisiones o sustituciones de piezas y que no hay registros para calcular tiempos de falla.

Para este punto, es indispensable retomar lo mencionado en las propuestas No. 3 y No. 6 de esta etapa, donde se menciona que es importante revisar los manuales para tomar a consideración las sugerencias del fabricante para la ejecución de ciertas intervenciones de mantenimiento.

Adicionalmente, es importante tomar en cuenta la medición del indicador MTTR (Tiempo medio para reparar), para tener un buen control sobre el desempeño del personal de mantenimiento y las horas invertidas en las intervenciones por avería.

La fórmula para cálculo del MTTR se muestra a continuación:

- MTTR (Tiempo medio para reparar): es la relación entre la sumatoria de horas de intervenciones por averías y la cantidad de fallas de este tipo detectadas en un período determinado.

$$MTTR = \frac{\textit{Horas de mantenimiento por avería}}{\textit{Cantidad de fallas}}$$

Ecuación 2. MTTR

Los insumos para calcular este valor se pueden obtener de la bitácora de intervención de máquinas ejemplificada en el Anexo 8 (Tabla 47). Además, es importante fijar un valor meta basado en los primeros resultados obtenidos y determinar objetivos a corto, mediano y largo plazo referente a este indicador. Esta medición se puede realizar diariamente, por máquina, por sistema, por línea de producción, por planta o incluso personalizar por cada uno de los técnicos. En el Anexo 11 (Tabla 50) se propone un formato para documentación diaria.

12. Elaborar un formato para tener a información técnica de los equipos y maquinas

Para saber a qué se enfrenta el área de mantenimiento, es importante conocer a detalle la información técnica de cada equipo por lo cual se sugiere manejar una base de datos con las fichas de técnicas de los equipos bajo un formato estándar como el que se presenta en el Anexo 12 (Tabla 51).

Etapa II: Priorización

Para la etapa de Priorización, se han detectado oportunidades de mejora únicamente en dos principios básicos para los cuales se plantean las tres estrategias mostradas en la Tabla 33.

Tabla 33. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Priorización

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Objetivos y Metas de la planificación de Mantenimiento	35.70%	1	Establecer los objetivos de mantenimiento
Atención de Fallas en mantenimiento por averías	30.00%	2	Crear un formato para registro de fallas
		3	Establecer un método de gestión de repuestos
PROMEDIO	32.90%		

Fuente: elaboración propia

Las acciones sugeridas a tomar se detallan a continuación:

1. Establecer los objetivos de mantenimiento

Para la formulación de los objetivos del departamento, se debe tener en cuenta la política de mantenimiento del departamento creada en la estrategia uno de la etapa anterior. Se recomienda la utilización de la herramienta “SMART”, (por su significado en inglés

“inteligente”) la cual indica que cualquier objetivo debe pasar los filtros de ser: específico, medible, alcanzable, realista y temporizado (Bartle, 2011):

- Específico: debe ser claro sobre qué, dónde y cuándo va a cambiar la situación para evitar confusiones o ambigüedades
- Medible: de manera que pueda cuantificarse el cumplimiento de este y los beneficios
- Alcanzable: debe ser alcanzable con los recursos que están a disposición en la empresa.
- Realista: debe ser un objetivo apegado a la realidad de la empresa y del equipo de trabajo de manera que se logre cumplir
- Temporizado: el objetivo debe estar propuesto en el tiempo, es decir; que tiene que tener un plazo estipulado.

Un ejemplo de objetivo para el departamento de mantenimiento es: *“Administrar la planificación, ejecución y control de los mantenimientos preventivos, correctivos, circunstanciales, rutinarios, programados y por averías aplicados a la maquinaria productiva del área de tintorería de Hilcasa mediante el cumplimiento de los indicadores de desempeño estipulados para el año 2018”*.

2. Crear un formato para registro de fallas

Para el control de las fallas presentadas, se sugiere utilizar la bitácora de intervenciones propuesta con anterioridad y mostrada en el Anexo 8 (Tabla 47), seleccionando únicamente el mantenimiento por averías.

3. Establecer un método de gestión de repuestos

Como se mencionó en la Etapa I: Identificación, para conocer las necesidades de mantenimiento se propone realizar estudios de criticidad. Una vez identificados los

componentes que representan el más alto nivel de criticidad, se recomienda diseñar un listado de valores máximos y mínimos de repuestos acordes a la demanda de planta para mantener como inventario de bodega. Este listado deberá unificarse con el inventario físico actual y funcionar desde este punto como un documento único que permita controlar los costos del inventario y evidenciar que no se estén generando desabastecimientos involuntarios; de esta manera, se podrá estar preparado para atender las averías y devolver la disponibilidad de máquina a brevedad.

Se recomienda también que en este listado se identifiquen los repuestos con el código del fabricante según su catálogo. Para insumos y materiales manejar un código interno que todo el personal conozca.

Si la inversión económica en la adquisición del inventario es alta, se recomienda realizar compras parciales, priorizando los repuestos más críticos a brevedad y establecer un cronograma que permita complementar el inventario en mediano plazo.

Para la administración de este inventario, se sugiere mantener el formato de entradas y salidas que actualmente se maneja en el almacén y realizar una divulgación, para que todos estén enterados sobre el manejo de repuestos, además se recomienda que el personal de almacén informe al de mantenimiento sobre la ubicación física de dichos repuestos de manera que en una emergencia se puedan evitar demoras.

Etapa III: Programación

En la Tabla 34, se muestran las estrategias planteadas para el proceso de programación. Con una brecha global de 18.4 %, esta etapa contempla una amplia oportunidad de mejora, cuya mejora afectará significativamente el desempeño de las etapas posteriores de ejecución y control.

Tabla 34. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Programación.

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Programación de Mantenimiento Rutinario	46.30%	1	Elaborar un programa de mantenimiento rutinario claro
		2	Identificar los sistemas que forman parte del mantenimiento rutinario
		3	Definir un método de supervisión
Programación de Mantenimiento Programado	25.00%	4	Velar por el cumplimiento del programa
Programación de Mantenimiento circunstancial	12.50%	5	Realizar estudios que determinen el mantenimiento circunstancial
		6	Identificar las actividades del mantenimiento circunstancial
Programación de Mantenimiento Correctivo	6.30%	7	Capacitar al Personal
Programación de Mantenimiento Preventivo	7.10%	8	Realizar un estudio que determine actividades de mantenimiento preventivo a realizar
Cuantificación y necesidades de Personal de Mantenimiento	21.40%	9	Ajustar la cuantificación del personal respecto a la empresa
		10	Elaborar registro de personal requerido para las actividades
Apoyo Logístico administrativo	12.50%	11	Mejorar el sistema de gestión de insumos y repuestos
Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos	16.00%	12	Capacitar al personal sobre el uso de equipo e instrumentos de mantenimiento
		13	Ordenar herramientas
		14	Realizar inventario de herramientas
		15	Identificar de manera adecuada los materiales
		16	Elaborar registro de materiales de mala calidad, así como los costos asociados
		17	Establecer costos por falta de repuesto y por mala calidad
PROMEDIO	18.39%		

Fuente: elaboración propia

1. Elaborar un programa de mantenimiento rutinario claro

A partir de la base de datos de mantenimiento rutinario se debe elaborar un programa para dicho mantenimiento, se recomienda que la frecuencia de este sea mensual, como se ejemplifica en el Anexo 13 (Tabla 52).

2. Identificar los sistemas que forman parte del mantenimiento rutinario

Retomando nuevamente la base de datos de mantenimiento rutinario, se puede distinguir cuales sistemas y equipos son sujetos de aplicación de mantenimiento rutinario.

3. Definir un método de supervisión

Para el mantenimiento rutinario también se deberán documentar las intervenciones, dicho control debe ser supervisado por el jefe de mantenimiento para velar por el cumplimiento del programa y cada actividad asignada. Se recomienda revisar periódicamente (al menos una vez a la semana) los controles de intervención y dejar constancia de esta revisión mediante una firma. Adicionalmente, es importante que la parte operativa designe a un responsable para recibir el equipo intervenido asegurando que este está en óptimas condiciones luego del trabajo realizado.

4. Velar por el cumplimiento del programa

Con la implementación del método de supervisión sumado a la correcta complementación de las listas de verificación de cada mantenimiento se podrá constatar el cumplimiento de los programas de mantenimiento. Adicionalmente, puede establecerse un métrico relacionado, tal como el que se muestra a continuación:

$$\% \text{ Cumplimiento al programa de mantenimiento} = \frac{\# \text{ mantenimientos ejecutados}}{\# \text{ mantenimientos planeados}} \times 100$$

Ecuación 3. % de cumplimiento al programa de mantenimiento

5. Realizar estudios que determinen el mantenimiento circunstancial

Es necesario evaluar las actividades de mantenimiento actuales por medio del flujograma propuesto en la Figura 26 para determinar aquellas que serán consideradas mantenimiento circunstancial. Posteriormente, será importante pasar este filtro para cualquier nueva actividad que quiere ejecutarse para asegurarse que la categorización está hecha de la manera óptima.

6. Identificar las actividades del mantenimiento circunstancial

Aquellas intervenciones que hayan sido catalogados como mantenimiento circunstancial, deberán ser luego detalladas en un paso a paso, para asegurar que se ejecuten conforme a un estándar definido.

7. Capacitar al Personal

Antes de definir un plan de entrenamiento, es necesario determinar si el personal posee o ha desarrollado las competencias para ejecutar efectivamente su trabajo.

Las competencias requeridas deben estar alineadas con la capacidad de brindar mantenimiento a los equipos que posee la compañía, por esta razón, se propone la creación de un formato de evaluación que puntualice las competencias en distintas áreas.

Esta evaluación consistirá en identificar las actividades sobre las que los técnicos de mantenimiento deben tener conocimiento, según la especialidad a la que pertenece (electricista, mecánico, instrumentista, etc.) y calificar el grado de competencia que cada uno tiene. Los aspectos en los que el personal no tenga la fortaleza suficiente, deberán ser los temas por impartir en las capacitaciones.

Un control adicional recomendable en esta propuesta es establecer tiempos estándar para la realización de las actividades más comunes y solicitar que se etiqueten las desviaciones relacionadas con experticia, espera de repuestos, búsqueda de herramientas, etc.

En el Anexo 14 (Tabla 53) se muestra un ejemplo del formato de evaluación de las competencias necesarias para atender fallos en un variador de frecuencia.

8. Realizar un estudio que determine actividades de mantenimiento preventivo a realizar

En primer lugar, se debe consultar en el manual de cada equipo el mantenimiento sugerido por el fabricante, posterior a eso se recomienda realizar un estudio de fallas y causas de falla (AMEF) para poder determinar las actividades que formarán parte del mantenimiento preventivo, un modelo sugerido es el que se muestra en el Anexo 15 (Tabla 54).

9. Ajustar la cuantificación del personal respecto a la empresa

Una vez identificadas las actividades de mantenimiento a realizar, la cantidad de maquinaria que necesita ser mantenido y al tener los primeros datos de tiempos de intervención, es recomendable evaluar cuánto personal se necesita y si con el recurso actual y las nuevas asignaciones de documentación se logra satisfacer la demanda. Tomar en cuenta que este dato puede ser variable ya que no se tienen datos históricos.

A pesar de que se evidenció que no existen intenciones de modificar la estructura actual, se recomienda:

- Implementar la medición de un indicador de eficiencia de resolución de órdenes de trabajo generadas: cantidad de horas de intervención entre la cantidad de horas disponibles del personal.
- Definir claramente y divulgar al personal cuales son las líneas de mando y comunicación existentes

- Actualizar el organigrama conforme al crecimiento que la planta ha experimentado
- Diseñar y divulgar un manual de puestos de trabajo

10. Elaborar registro de personal requerido para las actividades

Una vez terminada la cuantificación, dejar constancia del proceso que se realizó y de los resultados para archivarlos y replicarlos en futuros crecimientos de planta.

11. Mejorar el sistema de gestión de insumos y repuestos

Como se mencionó anteriormente, es indispensable contar un inventario de repuestos críticos y repuestos de alta rotación con valores dinámicos de máximos y mínimos establecidos según demanda para asegurar abastecimiento en caso de necesidad y reducir la posibilidad de paros prolongados debido a esta causa. Para un buen control, es necesaria la implementación de codificación estándar sugerida en la propuesta tres de la Etapa II.

12. Capacitar al personal sobre el uso de equipo e instrumentos de mantenimiento

Al igual que en la propuesta No. 7 de esta etapa, se debe elaborar una evaluación sobre las competencias del personal respecto al uso de instrumentos y equipos tales como calibradores Vernier, espesímetros, etc. para determinar cuáles son los temas que requieren reforzarse.

13. Ordenar herramientas

Se propone implementar las 5S en taller de mantenimiento con el fin de ordenar herramientas, instrumentos, insumos, materiales y equipos. 5S es una metodología japonesa que ayuda a mejorar el área de trabajo siguiendo los pasos descritos a continuación en la Tabla 35.

Tabla 35. Metodología 5S

No.	Denominación	Concepto	Objetivo particular
1	Clasificación	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo todo aquello que no sea útil
2	Orden	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
3	Limpieza	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
4	Estandarización	Señalar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden (Señalar y repetir) Establecer normas y procedimientos.
5	Mantener la disciplina	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Fuente: elaboración propia, basado en (Dahbura Ramos, Figueroa Hernández, & Solórzano Landaverde, 2017)

Posterior al levantamiento inicial de 5S, se recomienda establecer un control visual del área levantando un formato de apariencia como el ejemplificado en el Anexo 16 (Tabla 55). Tomar en cuenta que este podría ser el primer paso, si la gerencia lo considera conveniente, para una implementación a futuro de la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) que es una metodología de origen japonés que se enfoca en la eliminación de desperdicios o pérdidas asociadas con paros, calidad y costos elevados en los procesos de producción industrial

14. Realizar inventario de herramientas

Como parte del control de herramientas es necesario hacer un inventario para conocer con qué se cuenta y evaluar el estado se recomienda realizar este inventario periódicamente y utilizar el formato sugerido en el Anexo 17 (Tabla 56).

15. Identificar de manera adecuada los materiales

Esto se logrará con una buena implementación de las 5's dentro del taller de mantenimiento, principalmente con el paso 2 Orden.

16. Elaborar registro de materiales de mala calidad, así como los costos asociados

Se recomienda que se elabore un control de productos recibidos con mala calidad, con el fin de poder tomar decisiones sobre los proveedores, en el Anexo 18 (Tabla 57) se plantea un ejemplo para dicho formato.

17. Establecer costos por falta de repuesto y por mala calidad

Se sugiere llevar un control de costo asociado a la falta de repuesto y a repuestos recibidos con mala la calidad, dicho control debe contener cuál es la perdida de producción por dichos componentes para poder estimar el costo, ya que se manejan costos unitarios por libra, se recomienda utilizar en control mostrado en el Anexo 19 (Tabla 58).

Etapa IV: Ejecución

A continuación, en la Tabla 36 se muestran las estrategias principales para el cierre de brechas en los principios básicos asociados a la etapa o proceso de Ejecución.

Tabla 36. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Ejecución

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Implantación de Mantenimiento Rutinario	46.30%	1	Velar por el cumplimiento del programa
Implantación de Mantenimiento Programado	25.00%	2	Elaborar procedimiento para implantación
Implantación de Mantenimiento circunstancial	12.50%	3	Elaborar procedimiento para implantación

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Implantación de Mantenimiento Correctivo	6.30%	4	Velar por el cumplimiento del programa
Implantación de Mantenimiento Preventivo	7.10%	5	Velar por el cumplimiento del programa
Supervisión y Ejecución de Mantenimiento por Averías	8.80%	6	Establecer tiempos para reparación de fallas
		7	Documentar las fallas de manera ordenada
PROMEDIO	17.60%		

Fuente: elaboración propia

Las siete propuestas se amplían a continuación:

1. Velar por el cumplimiento del programa del mantenimiento rutinario

Como se recomienda en la Etapa III, numeral 3, debe establecerse un mecanismo de supervisión; adicionalmente, también se recomienda medir el indicador de mantenimientos rutinarios ejecutados vs. los planificados.

2. Elaborar procedimiento para implantación de mantenimiento programado

Para la elaboración de un procedimiento de implantación de mantenimiento de cualquier tipo, se recomienda seguir la estructura mostrada en el Anexo 20. Para un programa de implantación se recomienda que se incluyan los siguientes pasos:

- Elaborar estudio para determinación de actividades
- Establecer programa de mantenimiento (con base en las actividades determinadas)
- Divulgar programa de mantenimiento
- Ejecutar programa de mantenimiento
- Documentar

3. Elaborar procedimiento para implantación de mantenimiento circunstancial

Se recomienda replicar lo realizado en el numeral anterior y de esta manera, crear un procedimiento que incluya el detalle de las actividades a ejecutar durante una intervención de mantenimiento circunstancial. En este punto, es importante destacar la definición de

mantenimiento circunstancial y cuál será el mecanismo para clasificar una intervención dentro de esta categoría.

4. Velar por el cumplimiento del programa de mantenimiento correctivo

Es indispensable el seguimiento de la ejecución de los mantenimientos correctivos diseñados. Al igual que en apartados anteriores, se recomienda estandarizar el mecanismo de supervisión y la evaluación del indicador de cumplimiento a la planificación.

5. Velar por el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.

Misma propuesta del numeral anterior. Estandarizar el método para la supervisión de las actividades de mantenimiento preventivo ejecutadas y evaluar el indicador de cumplimiento de mantenimiento preventivos planificados.

6. Establecer tiempos para reparación de fallas

Del formato sugerido para el control de intervenciones se puede establecer un valor meta inicial de MTTR y a la vez establecer planes de acción para la reducción de dichos tiempos.

7. Documentar las fallas de manera ordenada

Es importante que en el control de intervenciones se documenten todas las fallas para poder tener la información necesaria para la toma de decisiones. Para esto se mantiene la propuesta indicada en el Anexo 8 (Tabla 47).

Etapa V: Medición

En la Tabla 37 se muestran las estrategias para cerrar las brechas de la etapa Medición que es la última en evaluación y la que presentó la mayor oportunidad de mejora con promedio de brecha de 37.10 %, siendo, además, la única etapa con principios básicos resultantes con 100 % de incumplimiento.

En esta etapa, los esfuerzos se enfocan a determinar la metodología óptima para documentar, comprender y analizar toda la información relevante producto de las intervenciones realizadas y planificadas. En algunos casos, se estarán retomando las estrategias planteadas en etapas anteriores.

Tabla 37. Estrategias para cierre de brechas. Etapa Medición

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Control y Evaluación de la planificación de mantenimiento	48.30%	1	Elaborar procedimiento para manejo de información
		2	Realizar inventario de manuales
		3	Realizar inventario de equipos y maquinas a ser mantenidos
		4	Archivar y procesar información
Control y Evaluación de mantenimiento rutinario	61.40%	5	Elaborar ficha de control de manuales
		6	Elaborar bitácora de control de actividades rutinarias de mantenimiento
		7	Documentar insumos consumidos
Control y Evaluación de Mantenimiento programado	16.00%	8	Entrenar al personal sobre elaboración de reportes
		9	Controlar la ejecución de mantenimiento programado
Control y Evaluación de Mantenimiento circunstancial	37.10%	10	Capacitar al personal sobre el manejo de información
		11	Controlar la ejecución de mantenimiento circunstancial
Control y Evaluación de mantenimiento correctivo	100.00%	12	Capacitar al personal sobre el manejo de información
Control y Evaluación de mantenimiento preventivo	100.00%	13	Documentar tiempos de reparación
		14	Establecer mecanismo de medición de resultados a obtener
		15	Crear formato estándar con la información básica de los equipos

Principio básico	% Brecha	Estrategias principales para cierre de brecha	
Información sobre Averías	100.00%	16	Capacitar al personal sobre el manejo de información
		17	Elaborar una base de datos de fallas
Cuantificación Necesidades de Personal de mantenimiento	100.00%	18	Realizar estudio de personal requerido para actividades para mejorar tiempos
Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos	100.00%	19	Evaluar costo por falta de repuestos, insumos y materiales
		20	Controlar artículos desechados por mala calidad
PROMEDIO	37.10%		

Fuente: elaboración propia

1. Elaborar procedimiento para manejo de información

Se sugiere utilizar el mismo formato del Anexo 20, detallando como se manejará la información, tomando en cuenta:

- Responsable de elaborar reportes de ejecución
- Método de recopilación (incluyendo frecuencia)
- Responsable de elaborar resumen de información
- Responsable de analizar y calcular indicadores
- Responsable de archivar la información

2. Realizar inventario de manuales

Como se mencionó en el numeral seis de la etapa I, se debe elaborar un inventario de manuales según el formato sugerido en el Anexo 6 (Tabla 45).

3. Realizar inventario de equipos y maquinas a ser mantenidos

Es importante contar con un inventario de máquinas actualizado que sea funcional para tener un mejor panorama de que es a lo que se enfrenta el departamento de

mantenimiento. En el Anexo 21 (Tabla 59) se plantea un ejemplo para inventario de equipo y maquinaria.

4. Archivar y procesar información recolectada

Como se mencionó en el numeral uno de esta etapa, es importante conocer el trato que se le dará a la información. La forma de almacenamiento y procesamiento de la información debe describirse en el procedimiento de mantenimiento sugerido en el Anexo 20.

5. Elaborar ficha de control de manuales

Es importante contar con un control para el manejo de manuales y poder identificar cuando y quienes los consultan para evitar daños, extravíos etc. En el Anexo 22 (Tabla 60) se plantea un ejemplo de hoja de control.

6. Elaborar bitácora de control de actividades rutinarias de mantenimiento

A partir de la bitácora de intervenciones, aplicando el filtro correspondiente, se puede elaborar una bitácora de actividades rutinarias, adicionalmente con el método de supervisión se podrá corroborar que el programa se cumpla.

7. Documentar insumos consumidos

Dentro de la bitácora de control de intervenciones se debe indicar los insumos y/o repuestos que se han consumido. Este es un campo que se incluye en el formato propuesto en el Anexo 8 (Tabla 47).

8. Entrenar al personal sobre elaboración de reportes

Una vez definido el procedimiento para el manejo de información, es importante capacitar a todo el personal sobre cómo se deben llenar los formatos a implementar para reducir las probabilidades de error o introducción de ruido en la información recopilada. Esta tarea debe realizarse de manera periódica y, si surgen nuevos reportes también será indispensable la capacitación.

9. y 11. Controlar la ejecución de mantenimiento

Para controlar las ejecuciones de mantenimiento es importante que el personal de producción, que tenga el conocimiento necesario sobre el funcionamiento de la maquinaria y que esté en capacidad para dar el aval que la intervención ha sido realizada y concluida satisfactoriamente, de esta manera también se estará auditando la correcta ejecución de las actividades planificadas.

10. 12 y 16 Capacitar al personal sobre el manejo de información

Luego de definir el procedimiento de manejo de información es necesario que todo el personal sepa cómo fluye, cómo y dónde se almacena, etc. es por esto por lo que se deben divulgar todos los procedimientos creados para que el personal esté informado.

13. Documentar tiempos de reparación

Se documentarán todas las intervenciones en la bitácora mostrada en el Anexo 8 (Tabla 47).

14. Establecer mecanismo de medición de resultados a obtener

Como se mencionó en el numeral 10 de la etapa I, se recomienda documentar el MTBF por máquina o sistema y proponer una meta, de esta manera se medirá el desempeño del mantenimiento preventivo, el formato sugerido es el mostrado en el Anexo 10 (Tabla 49). Adicionalmente, se sugiere comparar los valores de producción y eficiencia antes y después de ejecutar mantenimiento preventivo y/o correctivo para evaluar la utilidad de dichas intervenciones.

15. Crear formato estándar con la información básica de los equipos

Utilizar formato propuesto en la Etapa I, numeral 12 que se muestra en el Anexo 12 (Tabla 51). En esta ficha técnica estándar se logra consolidar toda la información relevante de cada equipo entre la que se incluye: modelo, serie, dimensiones, especificaciones de operación, cantidad y especificación de equipos asociados, etc.

17. Elaborar una base de datos de fallas

Con la implementación del control de intervenciones es fácil elaborar una base de datos de falla, obtenida la información de dicho documento con el formato mostrado en el Anexo 8 (Tabla 47), se propone que se analicen las causas de la avería y las acciones a tomar y que estas sean documentadas en el formato propuesto en el Anexo 23.

18. Realizar estudio de personal requerido para actividades de mantenimiento

Se recomienda tomar de referencia el numeral 9 de la Etapa III. Donde se sugiere cuantificar el personal que se requiere para realizar todas las actividades de mantenimiento midiendo

la cantidad de horas invertidas en mantenimiento entre la cantidad de horas disponibles del personal.

19. Valuar costo por falta de repuestos, insumos y materiales

Se recomienda utilizar el formato propuesto en la etapa III, numeral 17, para llevar el control de los costos asociados a insumos, repuestos y materiales utilizados. El formato se muestra en el Anexo 19 (Tabla 58).

20. Controlar artículos desechados por mala calidad

Como se plantea en el numeral 16 de la Etapa III, es importante documentar los artículos de mala calidad. El formato sugerido para este control es el mostrado en el Anexo 18 (Tabla 57), en ese documento se estaría consolidando información respecto al proveedor, detalle del producto no conforme, descripción del problema y la resolución.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el análisis de los resultados pudo advertirse que el Departamento de Mantenimiento del área de Tintorería de la empresa en evaluación Hilcasa S.A de C.V. obtuvo una calificación de 72.60 % de cumplimiento a los principios básicos de gestión integral estipulados en el Manual de Evaluación de Sistemas de Mantenimiento Industrial (Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93, 1993), lo que responde negativamente a la hipótesis planteada de si la empresa ya cuenta con una gestión de mantenimiento de clase mundial; sin embargo, la nota de evaluación ubica a la compañía en la escala de *entendimiento* que significa un gran avance en el conocimiento y ejecución de las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial.

Entre los aspectos resaltables, puede concluirse que, al mostrarse la Gerencia de mantenimiento como una unidad independiente de producción, la dirección ya le está otorgando al departamento la autonomía suficiente para el ejercicio de sus funciones, aunque esto no se esté aprovechando. El departamento de mantenimiento cuenta con personal con bastante experiencia en la industria a pesar del bajo promedio de nivel académico. La mayoría de las actividades de mantenimiento son programadas de acuerdo con la criticidad del producto que se va a procesar en cada máquina y se ejecutan a pesar de los contratiempos presentados.

El proceso o etapa de gestión del trabajo con mayor porcentaje de oportunidad de mejora detectado es el de "Medición" con una brecha de 37.10 %, consecuencia de la casi nula administración de información referente a las actividades de mantenimiento que permita evaluar el desempeño y la eficiencia de estas. A raíz de la falta de capacitación del personal en estos temas, no se están realizando análisis de datos que le permitirían al departamento controlar las actividades, procesos, insumos etc. y generar planes de acción para la mejora.

Se pudo notar que las siguientes etapas con mayor oportunidad de mejora son las de “Priorización” (brecha de 32.90 %) e “Identificación” (brecha 21.79 %), esto debido principalmente a que no se cuenta con una política y objetivos de mantenimiento claramente definidos y divulgados. El personal desconoce las metas en las cuales debe enfocar su trabajo y únicamente realiza las actividades que le son asignadas por el jefe inmediato, dedicándose a cumplir con las indicaciones, perdiéndose así una parte de motivación e iniciativa en el personal.

Los avances en la automatización han permitido sustituir personas por máquinas, sin embargo, en el caso específico de mantenimiento, las intervenciones técnicas siguen siendo requeridas para el correcto funcionamiento de cualquier tipo de maquinaria. Según el tipo de industria, las instalaciones requieren especialistas para el tratamiento de los hallazgos de mantenimiento, entre ellos: mecánicos, electricistas e instrumentistas.

Las organizaciones tradicionales y pequeñas, por lo general enmarcan el servicio de mantenimiento en la misma línea jerárquica que los operadores y dependiendo de un mismo responsable. Empresas de medianas a grandes, separan los servicios de producción y mantenimiento, pudiendo estos funcionar como departamentos totalmente independientes reportando ambos directamente a la dirección de la empresa (Boero, 2016).

A partir de la evaluación realizada, se identificó que una de las principales oportunidades de mejora se encuentra en la organización de la empresa, ya que no cuenta con detalles para la asignación de responsabilidades y funciones, repercutiendo directamente en el departamento de mantenimiento. Esto se debe en gran medida a que la empresa ha ido creciendo a lo largo del tiempo, ampliando sus operaciones en distintos planteles y promoviendo oportunidades de crecimiento a niveles administrativos para personas con larga experiencia en la empresa, pero poca preparación académica, manejando de esta forma las actividades de manera funcional más no óptima.

Con respecto a la gestión de mantenimiento actual en el área de teñido, se logró determinar que se carece de documentos de respaldo referente a la programación, asignación de tareas, lineamientos de ejecución y medición de las actividades. Se acostumbra a asignar tareas de manera verbal y a reportar de la misma manera, principalmente las actividades rutinarias. Al realizar la comunicación de esta forma, existe deficiencia en cuanto a especificaciones y detalle de los procedimientos a seguir.

En muy pocos casos, intervenciones de mantenimiento preventivo y por averías en máquinas catalogadas como críticas son reportadas por escrito; sin embargo, al no contar con un formato estándar para esta documentación, la información compartida queda a criterio de quien lo elabora y no permite análisis, simplemente puede servir como apoyo para consultas de muy poca profundidad.

Además, existe bajo nivel de supervisión y poco control del cumplimiento de las programaciones y actividades ejecutadas lo cual repercute en falta de análisis de datos y evaluación de resultados que permitan optimizar los procesos de mantenimiento. Todo lo anterior es consecuencia de un acomodo a un sistema de gestión que se considera “funcional”, además de la resistencia al cambio por parte de algunos rangos medios del departamento.

Referido a los indicadores de desempeño, pudo constatarse que actualmente ninguno es calculado directamente por el departamento de mantenimiento, únicamente se cuenta con un indicador de paros generales que es administrado por producción. Dentro de este existen algunos códigos genéricos para denominar los paros por mantenimiento: trabajo mecánico, trabajo eléctrico, mantenimiento preventivo, prueba de mantenimiento, sin embargo, no detalla la intervención, por lo cual no se puede establecer un plan de acción que ayude a hacer más eficiente en servicio.

En este sentido, se recomienda evaluar la implementación de distintos indicadores de desempeño específicos para el departamento de mantenimiento que permitan la toma de acciones ante desviaciones detectadas. Dentro de las propuestas presentadas en el capítulo 5, se indica calcular MTTR y MTBF; sin embargo, entendiendo que un indicador de desempeño es un parámetro de medición que permite controlar y evaluar el cumplimiento de los objetivos del departamento, respecto a las expectativas trazadas o la percepción de los clientes y que según su utilidad estos deberían ser pocos, de fácil cálculo y claramente informativos (Hernández Cruz & Navarrete Pérez, 2001), para Hilcasa se plantea tomar a consideración alguno de los llamados “los principales medidores de clase mundial” (Tavares, 2010):

- Disponibilidad: Relación entre la diferencia de horas calendario disponibles y las horas de intervención por mantenimiento (correctivo, preventivo y otros servicios) dividido entre el total de horas calendario del período considerado.

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Total horas calendario} - \textit{horas intervención mantenimiento}}{\textit{Total horas calendario}}$$

Ecuación 4. Disponibilidad

- Costo de mantenimiento: este índice puede calcularse en función de distintos parámetros como volumen de producción, factura general de la empresa o presupuesto proyectado. El más común es el costo de mantenimiento por volumen producido en el período considerado.

$$\textit{Productividad gasto de mantenimiento} = \frac{\textit{costo total de mantenimiento}}{\textit{libras producidas}}$$

Ecuación 5. Productividad del gasto de mantenimiento

El indicador anterior puede extrapolarse a un sentido global del negocio, midiendo el aporte del costo de mantenimiento en el costo total de la producción, sabiendo que el costo del mantenimiento encarece el valor final del producto.

$$\text{Razón costo mantenimiento/costo producción} = \frac{\text{costo total de mantenimiento}}{\text{costo total de producción}} \times 100$$

Ecuación 6. Razón costo de mantenimiento vs. costo de producción

En relación a la gestión de repuesto cabe mencionar, que existe un almacén general en el cual se maneja insumos repuestos y materiales, para todas las áreas de la empresa, por esa razón, es complicado el manejo de la base de datos; ya que existen diversos códigos de identificación tanto internos como externos, esto hace que en ocasiones los paros por mantenimiento (averías, correcciones) en el área de teñido sea más prolongadas, porque no se encuentra fácilmente un insumo, repuesto o material; tanto en el sistema como en físico.

En general, la recomendación es implementar paulatinamente las propuestas descritas en el Capítulo 5, iniciando por aquellas referidas a la incorporación y entrenamiento en uso de nuevos formatos para la administración de datos, esto con la finalidad de obtener los insumos suficientes para identificar las causas raíces de los problemas y plantear planes de acción que permitan al departamento cerrar la brecha detectada en la presente evaluación.

REFERENCIAS

- Bartle, P. (14 de abril de 2011). *Colectivo de potenciación comunitaria*. Obtenido de SMART: <http://cec.vcn.bc.ca/mpfc/modules/pd-smas.htm>
- Benavides, O. (12 de octubre de 2014). *Norma técnica NTC 2050*. Obtenido de <https://prezi.com/ba-1456rio7b/la-norma-tecnica-ntc-2050-o-codigo-electrico-colombiano-ha/>
- Boero, C. (2016). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Universitas. Editorial Científica Universitaria.
- Dahbura Ramos, L. E., Figueroa Hernández, L. A., & Solórzano Landaverde, R. G. (2017). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento basado en 5S en una empresa panificadora salvadoreña*. La Libertad, El Salvador.
- DIGESTYC. (2011). *Clasificación de Actividades Económicas de El Salvador*. Ministerio de Economía, Dirección General de Estadísticas y Censos .
- Drucker, P. F. (2002). *Los desafíos de la gerencia para el siglo XXI*. Nueva York: Editorial Norma.
- Empresa Paisa Hilos. (29 de junio de 2008). *Paisa Hilos*. Obtenido de <http://empresapaisahilos.blogspot.mx/>
- Energiza. (2013). *Energiza*. Obtenido de <http://www.energiza.org/index.php>
- Flamenco Martínez, I. A. (febrero de 2017). *Evaluación de modelo de gestión de mantenimiento de maquinaria agrícola en un ingenio azucarero*. Antiguo Cuscatlán, San Salvador, El Salvador.
- García Garrido, S. (enero de 2009). *Indicadores de mantenimiento*. Recuperado el 29 de 01 de 2018, de Renovetec: <http://renovetec.com/index.php/mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- García Garrido, S. (2009). *Ingeniería de Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento*. Madrid : Renovetec.
- García Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

- Gaytan Reyes, A. (2000). *Administración del mantenimiento*. Nuevo León: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
- Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. España: Servicio de publicaciones, Universidad de Murcia.
- González Fernández, F. (2004). *Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión*. España: Fundación Confemetal.
- González Fernández, F. J. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Hernández Cruz, E., & Navarrete Pérez, E. (2001). Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento. *Ingeniería Mecánica 4*, 15-20.
- ISO. (18 de octubre de 2004). ISO/DIS 14224. Noruega.
- Knezevic, J. (1996). *Mantenibilidad*. Madrid, España: Isdefe.
- Marshall Institute. (2018). *Global Leaders in maintenance and reliability*. Obtenido de <https://www.marshallinstitute.com/index>
- Ministerio de Fomento COVENIN 2500-93. (1993). *Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento de la industria* (Vol. 1era. Revisión). Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- Ministerio de Fomento COVENIN 3049-93. (1993). *Mantenimiento. Definiciones*. Caracas: Fondonorma.
- ONU. (2008). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)*. División de Estadística de Naciones Unidas, Nueva York.
- Ordóñez López, E. E., Rodríguez Cruz, C. M., & Velasco Paredes, A. A. (octubre de 2016). Condición actual de la gestión de mantenimiento del sector industrial plástico en El Salvador. Antiguo Cuscatlán, San Salvador, El Salvador.
- Parra Márquez, C., & Crespo Márquez, A. (2017). Técnicas de auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad. Sevilla, España: Escuela de Ingeniería, Universidad de Sevilla.
- Parra, C. (15 de marzo de 2016). Curso análisis de confiabilidad en el mantenimiento industrial. *Mantenimiento Cedntrado en Confiabilidad*. Panamá, Panamá.

- Renovetec. (2016). *Renove Tecnología*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/>
- Sinais. (2013). *Tendencias actuales del mantenimiento industrial*. Obtenido de <http://www.sinais.es/Mantenimiento%20Predictivo.pdf>
- Tavares, L. (2010). *Administración moderna de mantenimienot*. Rio de Jainero, Brasil: Novo Polo Publicaciones.
- Torres, L. (2015). *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento*. (H. G. Asenjo, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Alfaomega.
- Vásquez González, E. (2011). *¿Cómo auditar la gestión de mantenimiento?* Barcelona: Universidad de Oriente.
- Villamizar, S. (2007). *Modelo gerencial bajo el enfoque de servicios para activos No Industriales*. Venezuela: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana.

Anexo 2. Ejemplo de valuación de criticidad

Se debe establecer una escala de impacto. Se sugiere esté basado en pérdidas de producción por paro de mantenimiento, como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38. Escala de determinación de Impacto

	Puntaje	Lectura del puntaje
Impacto por paro de la máquina	1	La producción continúa normalmente
	2	La producción continúa, pero con retraso
	3	La producción se detiene de inmediato

Fuente: elaboración propia

Se debe establecer la probabilidad de fallo y asignarle un peso, al igual que el impacto.

Tabla 39. Escala de probabilidad de ocurrencia

	Puntaje	Lectura del puntaje
Probabilidad de falla	1	poca probabilidad de falla
	2	probablemente falle
	3	seguro falla

Fuente: elaboración propia

Una vez definidos impacto y probabilidad de falla, se comienza a analizar equipo por equipo conforme a la experiencia y/o al histórico de fallas. Para calcular el valor de criticidad se multiplican los pesos de probabilidad de falla e impacto, para este valor es importante también determinar el nivel de criticidad, se propone la escala mostrada en la Tabla 40.

Tabla 40. Definición de criticidad

Nivel de criticidad	Menor a 3 puntos	Baja
	Entre 3 y 6 puntos	Media
	Mayor a 6 puntos	Alta


Fuente: elaboración propia

Se sugiere que la evaluación de criticidad se documente. En la Tabla 41, se presenta el formato de documentación propuesto junto con ejemplos de complementación.

Anexo 3. Definición de actividades de mantenimiento rutinario

En la Tabla 42 se muestra el formato propuesto para la recopilación de las actividades de mantenimiento rutinario. Como mínimo, cada casilla debe ser completada.

Tabla 42. Formato de registro de actividades de Mantenimiento rutinario

MANTENIMIENTO RUTINARIO					 HILCASA®
Frecuencia	Máquina/equipo	Actividad	Insumo/repuesto	Herramientas	Responsable
Cada 12 horas	Rama 1	Limpieza de cabezales y control de mando	Franela, alcohol	N/A	Mecánico de turno
Cada 3 días	Rama 1	Sopleteo general	Aire comprimido, franela, alcohol	Manguera	Mecánico de cuadrilla
Semanal	Rama 1	Lubricación de cadenas de desplazamiento	Grasa MI-Setral-HT 2	Grasera	Mecánico de cuadrilla
...					
...					
...					

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Detalle de actividades de mantenimiento programado

El formato mostrado en la Tabla 43, ha sido diseñado con el objetivo de recopilar la información necesaria para la programación de actividades de mantenimiento.

Tabla 43. Formato de documentación de actividades de mantenimiento programado


MANTENIMIENTO PROGRAMADO								 HILCASA®
Máquina	Componente evaluado	Fecha de evaluación	Tipo de estudio	Dato obtenido	Norma aplicada	Acción por tomar	Fecha de la acción	Observación
Teñidora 1	Cableado principal de entrada a máquina	14/02/18	Termografía	59.5°C	NTC2050	Revisar apriete de cables y bornes	17/02/18	Si continua con la tendencia programar cambio
...								
...								
...								

Fuente: elaboración propia

Anexo 5. Orden de trabajo de mantenimiento

En la Tabla 44, se muestra el formato de Orden de trabajo propuesto.

Tabla 44. Formato de Orden de trabajo de mantenimiento


ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO		 HILCASA®
Tipo de mantenimiento:	Programado	Notas
Fecha:	17/2/2018	
Máquina:	Teñidora 1	
Actividad:	Revisar apriete de cables de alimentación	
Descripción:	Parar la máquina y des energizar Quitar carcasa de panel central Tomar mediciones de temperatura Revisar cables de entrada principal para descartar daño (cortes, recalentamiento, etc.) Si es necesario, cambie cable Revisar y ajustar apriete de cables y bornes Coloque de nuevo la carcasa Active la maquina	
Herramientas:	Destornilladores Llave fija 14, 15, y 16 mm Cable nuevo (si fuera necesario) Tenaza Pinzas Cinta aislante	
Responsable:	Nombre y firma	

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Inventario de manuales

La Tabla 45, muestra el formato propuesto para control de manuales.

Tabla 45. Formato para Control de manuales


CONTROL DE MANUALES						 HILCASA®	
No.	Proceso	Máquina	Especificación	No. de serie	Responsable de Custodia	Ubicación física	Tipo de documento
1	Teñido	Teñidora 1	Rotostream 100/2, Año 1996, Capacidad 200kg	1891811208	Jefe de Producción	Oficina jefe de planta	Manual de operación
2	Teñido	Teñidora 1	Rotostream 100/2, Año 1996 Capacidad 200kg	1891811208	Jefe de Mantenimiento	Oficina Mtto.	Catálogo de piezas
3	Teñido	Teñidora 1	Rotostream 100/2, Año 1996 Capacidad 200kg	1891811208	Jefe de Mantenimiento	Oficina Mtto.	Diagramas eléctricos
	...						
	...						
	...						

Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Bitácora de registro de intervenciones de mantenimiento

La bitácora de registro de intervenciones de mantenimiento que se propone se muestra en la Tabla 47. La recomendación es utilizar una por máquina.

Tabla 47. Formato de bitácora de registro de intervenciones de mantenimiento


 HILCASA®		CONTROL DE INTERVENCIONES								MÁQUINA:		
Fecha	Tipo Mtto	Problema/Diagnóstico	Detalle de intervención	Hora de llegada a máquina	CAUSA		Insumos/Repuestos		Tiempo HRS intervención	Nombre y firma técnico	Nombre y firma recibido	Nombre y firma supervisión mtto
					OPERACIÓN	MTTO						
10/1/2018	Por avería	Reviente de faja de cilindros	Se cambió la faja	10:17:00 a.m.		X	1	Faja dentada 1000x20	1.5	Juan Pérez		

Fuente: elaboración propia

Anexo 9. Detalle de actividades de mantenimiento correctivo

La Tabla 48 muestra el formato propuesto para el control de los mantenimientos correctivos.

Tabla 48. Formato de registro de actividades de Mantenimiento correctivo

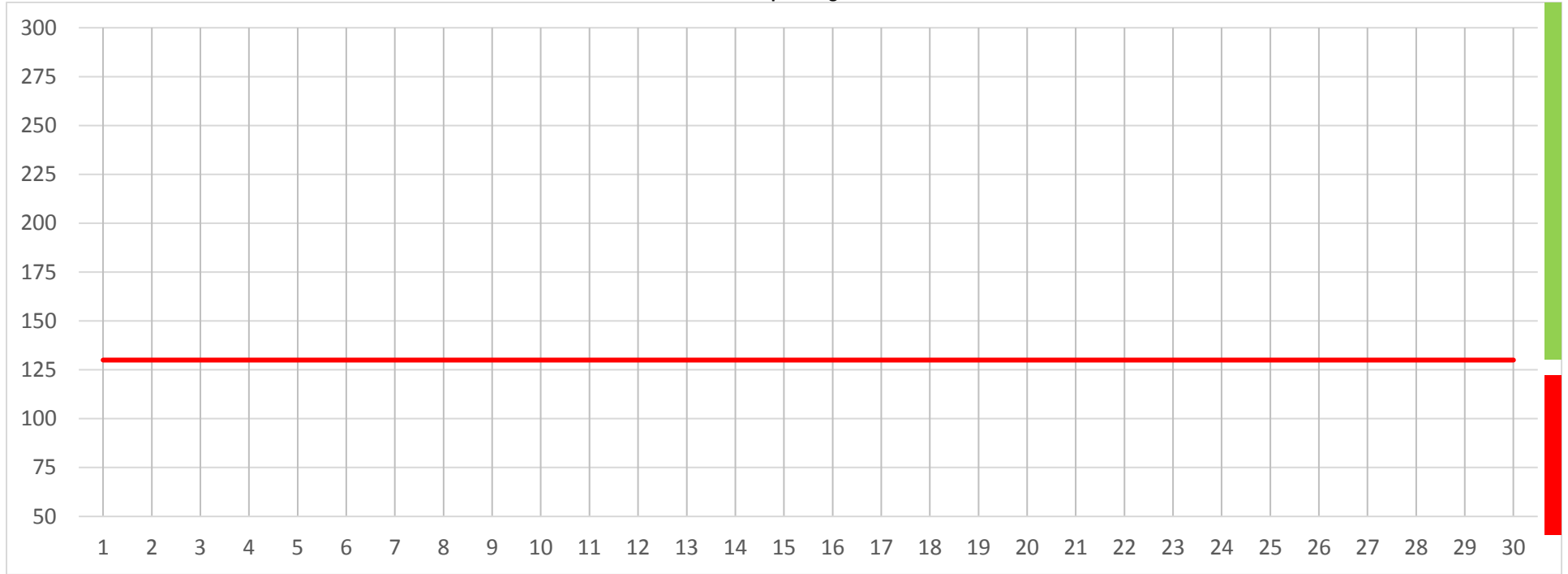
CONTROL DE MATENIMIENTO CORRECTIVO					 HILCASA®
Fecha	Máquina	Acción correctiva	Responsable	Insumo/repuesto	Herramientas
01/11/2018	Compacta	Rectificar cilindro de salida	Mecánico de turno	N/A	Rectificadora
...					
...					
...					

Fuente: elaboración propia

Anexo 10. Formato para documentación de MTBF

En la Tabla 49, se presenta el formato propuesto para registro de MTBF. Valores meta y escalas deben ser definidas.

Tabla 49. Formato para registro de MTBF



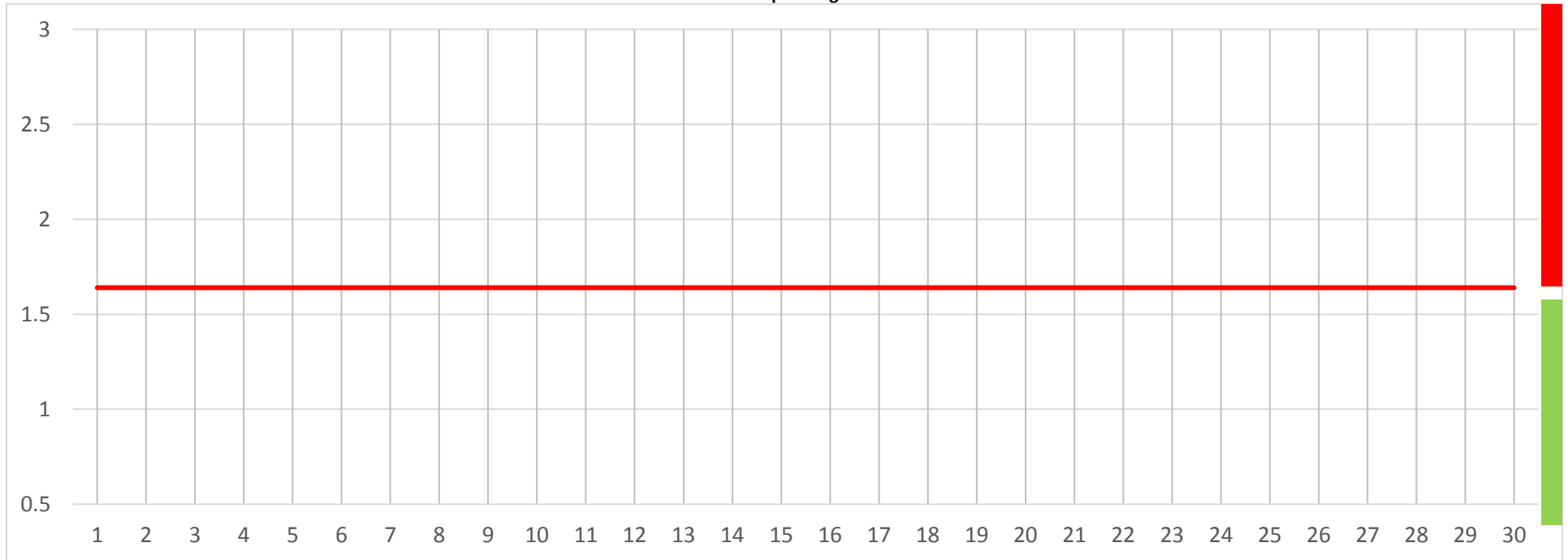
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
META MES															
MTBF															
MTBF ACUM															
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
META MES															
MTBF															
MTBF ACUM															

Fuente: elaboración propia

Anexo 11. Formato para documentación de MTTR

En la Tabla 50, se presenta el formato propuesto para registro de MTTR. Valores meta y escalas deben ser definidas.

Tabla 50. Formato para registro de MTTR




DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
META MES															
MTTR															
MTTR ACUM															
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
META MES															
MTTR															
MTTR ACUM															

Fuente: elaboración propia

Anexo 12. Ficha técnica de maquinaria

En la Tabla 51, se ejemplifica una ficha técnica para la captura de la información básica de los equipos mantenibles.

Tabla 51. Ficha técnica de maquinaria


FICHA TÉCNICA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		 HILCASA®
MÁQUINA	CHILLER 1	
MARCA:	TRANE	
MODELO:	CGAFC30EFA1000008	
SERIE No.:	C02C02589	
FECHA DE COMPRA:	MARZO/15/2001	
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:	DIMENSIONES: LARGO: Mts ANCHO: Mts ALTO: Mts	
	PESO DE LA MAQUINA:	
	VOLTIOS: 180/220 Volt.	
	FRECUENCIA: 60 Hz.	
	FASES: 3 PH	
	CANTIDAD DE COMPRESORES: 2 Eq.	
	CANTIDAD DE CONDENSADORES DEL VENTILADOR DEL MOTOR: 4 Eq.	
	PRESION MAXIMA: 450 PSIG	
	PRESION MINIMA 300 PSIG	
	TIPO DE REFRIGERANTE: R-22	
	CANTIDAD DE REFRIGERANTE: 72 Lbrs.	
COMPRESOR 001 Y 002		
	VOLTAJE: 200 Volt.	
	FRECUENCIA: 60 Hz.	
	FASES: 3 PH	
	RLA EA: 56.9	
	LRA EA: 409	
CONDENSADOR DEL VENTILADOR DEL MOTOR 001, 002, 003, 004		
	VOLTAJE: 200 Volt.	
	FRECUENCIA: 60 Hz.	
	FASES: 3 PH	
	RLA EA: 4.1	
	LRA EA: 1.00	
EVAPORADOR TERMICO		
	VOLTAJE: 120 Volt.	
	FRECUENCIA: 60 Hz.	
	FASES: 1 PH	
	POTENCIA: 210 KW	
UNIDAD DE CONTROL DE COMPRESORES		
	VOLTAJE: 115 Volt.	
	FRECUENCIA: 60 Hz.	
	FASES: 1 PH	
	POTENCIA: 250 KW	
CICLO DE MTTO.PREV.	CADA 2 MESES	

Fuente: elaboración propia

Anexo 13. Programa de mantenimiento rutinario

La Tabla 52, se plantea un formato para divulgación de los programas de mantenimiento.

Tabla 52. Formato de Programa de mantenimiento


PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO																					 HILCASA®								
Máquina	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Rama 1	Limpieza de cabezales y control de mando	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rama 1	Sopleteo general		■			■			■			■			■			■			■			■			■		
Rama 1	Lubricación de cadenas de desplazamiento	■							■							■							■						
...																													
...																													
...																													

Fuente: elaboración propia

Anexo 14. Evaluación por competencias

La Tabla 53 muestra un ejemplo de formato de evaluación por competencias.

Tabla 53. Formato para creación de evaluación por competencias


EVALUACION DE CONOCIMIENTOS DE PERSONAL SOBRE ACTIVIDADES DE MTTO		 HILCASA®
	Nombre: Juan Pérez	
Componente	Competencia	Evaluación
VARIABLES DE FRECUENCIA	Conocimiento del diagrama interno de variador de frecuencia y características	No
	Desmontaje de variador frecuencia	No
	Montaje de variador de frecuencia	No
	Cableado de fuerza en variador de frecuencia	No
	Cableado de control en variador de frecuencia	No
	Parametrización de variadores de frecuencia	No
	Resolución de fallas en variadores de frecuencia	No
	Puesta en marcha de variador de frecuencia	No
	Desarmado y armado de variador de frecuencia	No
	Reparación y cambio de elementos en variador de frecuencia	No
MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA (500 W - 2 HP)	Conocimiento del funcionamiento del motor DC (500 W - 2 HP)	No
	Conocimiento del funcionamiento de la tarjeta DC pwm (500 W - 2 HP)	No
	Cableado de fuerza en tarjeta DC pwm	No
	Cableado de control en tarjeta de motor DC pwm	No
	Cambio de baleros a motor DC	Sí
	Cambio de carbones en motor DC	Sí
	Pruebas de aislamiento a motor DC	No
	Medición a tierra de motor DC	No
	Balanceo de bobinas en motor DC	No
Cambio de giro motor DC	No	
	Total competencias adquiridas/desarrolladas	2
	Total competencias requeridas	20
	Nivel de competencia	10 %
Comentarios:		
Evaluador:		Fecha:

Fuente: elaboración propia

Anexo 15. Determinación de actividades de mantenimiento

Para este caso se debe empezar por identificar la falla funcional, es decir caracterizar el desempeño del equipo cuando ocurre una avería, posterior a eso se debe identificar que genera esta avería, con base en históricos (o experiencia), se estima la frecuencia de ocurrencia y, por último, se determina cuál es el efecto que la avería provoca en la operación. Una vez identificadas estas etapas, se establecen las acciones a tomar. Un ejemplo se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54. Formato AMEF

MODO DE FALLA PARA DETERMINAR LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO DE COMPRESOR 1						 HILCASA®
Función	Falla Funcional	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación
Comprimir aire en promedio entre 120 - 125 psi a 345 cfm para suministrar a la red de tuberías que alimenta los equipos del proceso de hilandería a 25C	No ser capaz de comprimir el aire a la presión y caudal necesarios	Protección de compresor por alta temperatura	1 vez al año	Los equipos se detienen completamente. Se espera que la temperatura baje, luego el compresor se activa y una vez el compresor está preparado, se procede con el arranque del resto de equipos.	Revisar que la temperatura del compresor no exceda el límite de bloqueo	Diario



Función	Falla Funcional	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación
		Protección de compresor por variación de parámetros de presión y temperatura	No ha ocurrido	Efecto: Los equipos se detienen completamente. Se detecta porque está variando los parámetros, se corrige y luego el compresor se activa y una vez el compresor está preparado, se procede con el arranque del resto de equipos.	Revisar y dar mantenimiento al secador, separador e intercambiador de calor, para asegurarse que esté trabajando todo correctamente.	Semanal
		Falla en el acople de transmisión entre el "airend" y el motor	No ha ocurrido	El airend no recibe el torque necesario para mover los tornillos, sistema se para automáticamente por falta de torque	Sustituir acople antes de fallo catastrófico	Cada 32,000 hrs
		Fuga de aceite en "airend"	No ha ocurrido	Perdida de película de aceite, elevación de la temperatura, posible daño catastrófico a los tornillos	Inspeccionar visualmente y con líquidos burbujeantes posibles fugas	Una vez cada 2 meses

Fuente: elaboración propia con base en (Parra, 2016)

Anexo 16. Control Visual 5S

En la Tabla 55, se ejemplifica un estándar visual para asegurar el control sobre herramientas y equipo en taller de mantenimiento.

Tabla 55. Formato de estándar visual 5S


CONTROL VISUAL TALLER DE MANTENIMIENTO HILCASA		 HILCASA®
ESTÁNDAR VISUAL 5S - TALLER DE MANTENIMIENTO		
Estante #1:		Elementos que pertenecen al área: <ol style="list-style-type: none">1. Repuestos electrónicos2. Tornillos y pernos3. Cables4. EPP5. Repuestos varios usados6. Repuestos varios nuevos7. Discos de corte8. Herramientas varias

Fuente: elaboración propia

Anexo 17. Inventario de herramientas y equipos

En la Tabla 56, se muestra el formato propuesto para ejemplo de inventario de herramientas, instrumentos y equipos

Tabla 56. Formato para control de herramientas y equipos


		INVENTARIO DE HERRAMIENTAS, EQUIPO E INSTRUMENTOS				 HILCASA®
No.	Descripción	Tipo	Especificación	Cantidad	Ubicación	Responsable
1	Llave fija	Herramienta	16 mm	2	Taller de mantenimiento	Mecánicos
2	Llave allen	Herramienta	6 mm	4	Taller de mantenimiento	Mecánicos
3	Cámara termográfica	Equipo	Fulken Ti 400	1	Jefatura de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
...						
...						
...						

Fuente: elaboración propia

Anexo 18. Registro de materiales no conformes

A continuación, en la Tabla 57, se muestra la propuesta de formato para el control de materiales, insumos y repuestos no conformes o de mala calidad.

Tabla 57. Formato de registro de materiales de mala calidad


MATERIALES, INSUMOS Y REPUESTOS NO CONFORMES					 HILCASA®
Proveedor	Tipo de proveedor	Artículo no conforme		Descripción del problema	Respuesta del proveedor
		Cantidad	Descripción		
Tubos S.A. de C.V.	Materiales	3 metros	Tubería de 1/2"	Se reventó al momento de ponerlo a trabajar bajo las condiciones para las que se solicito	Cambio el artículo malo por uno nuevo
...					

Fuente: elaboración propia

Anexo 19. Control de costos por falta de repuestos

La Tabla 58, muestra la propuesta de formato de control de costos por desabasto y productos no conformes


Tabla 58. Formato de control de costos por desabasto o no conformidad repuestos

CONTROL DE PÉRDIDAS POR FALTA DE REPUESTOS Y PRODUCTOS NO CONFORMES										
Fecha	Máquina	Componente	Evento presentado	Descripción	Situación	Horas de paro	Pérdida Lbs producción	Valor de pérdida	Observación	
02/10/2017	Teñidora 1	Manguera	Se reventó	No hay existencias en almacén y se solicitó a compras	Falta de repuesto	2.5	440.92	\$ 123.46		
11/11/2017	Teñidora 2	Tubería de alimentación de agua	Se quebró	Se colocó una nueva, pero se reventó cuando se puso a trabajar	Mala calidad	1.5	264.55	\$ 74.07	Se realizó reclamo al proveedor y se resolvió	

Fuente: elaboración propia

Anexo 20. Estructura de Procedimiento de mantenimiento

A continuación, se presenta la estructura mínima para la elaboración de un procedimiento de la gestión de mantenimiento. Cabe destacar que el objetivo de este apartado es mostrar las partes mínimas para la creación de un procedimiento pero que estas no han sido desarrolladas.

Procedimiento de implantación de mantenimiento programado		 HILCASA®
Fecha de emisión: 02/02/2018	Ultima actualización: 02/02/2018	Página: 129 de X
Elaborado por: Jefe de mantenimiento	Revisado por: Gerente de mantenimiento	Autorizado por: Director

Objetivo: establecer de manera clara y ordenada los pasos a seguir para la implantación de mantenimiento programado

Alcance: este documento aplica únicamente para la implantación de mantenimiento programado

Definiciones:

- Mantenimiento programado: conjunto de tareas y actividades de mantenimiento que se ejecutan bajo un programa establecido
- MTTR: tiempo medio de reparación

Responsabilidad:

- Es responsabilidad del gerente de mantenimiento velar por el cumplimiento de dicho procedimiento
- Es responsabilidad del jefe de mantenimiento en conjunto con el personal operativo la ejecución de lo estipulado en este procedimiento

Procedimiento:

Actividad	Responsable
Elaborar estudios que determinen las actividades de mantenimiento programado (estudios, consulta de manuales, etc.)	Equipo de mantenimiento
Elaborar programa de mantenimiento	Jefe de y gerente de mantenimiento
Elaborar ordene de trabajo	Jefe de mantenimiento
Ejecutar orden de trabajo	Mecánico
Elaborar reporte de intervención de maquina	Mecánico
Supervisar el trabajo realizado dejando constancia en el control de intervenciones	Jefe de mantenimiento
Archivar en la base de datos de intervenciones de maquina	Jefe de mantenimiento
...	
...	
...	

Documentos relacionados:

- Control de intervención de maquina
- Base de datos de intervenciones

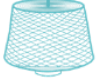
Anexos

N/A

Anexo 21. Inventario de maquinaria

En la Tabla 59 se presenta la propuesta para documentar el inventario de maquinaria

Tabla 59. Inventario de maquinaria


INVENTARIO DE MÁQUINAS						 HILCASA®
Fecha ingreso	Máquina	Denominación interna	Proceso	Tipo	Modelo	Serie
10/01/2016	Teñidora 1	T-1	Teñido	Máquina	Rotestream 240	2016-01
10/01/2016	Teñidora 2	T-2	Teñido	Máquina	Rotestream 300	2016-04

Fuente: elaboración propia

Anexo 22. Control de uso de documentos

El formato para control de uso de manuales se muestra en la Tabla 60.

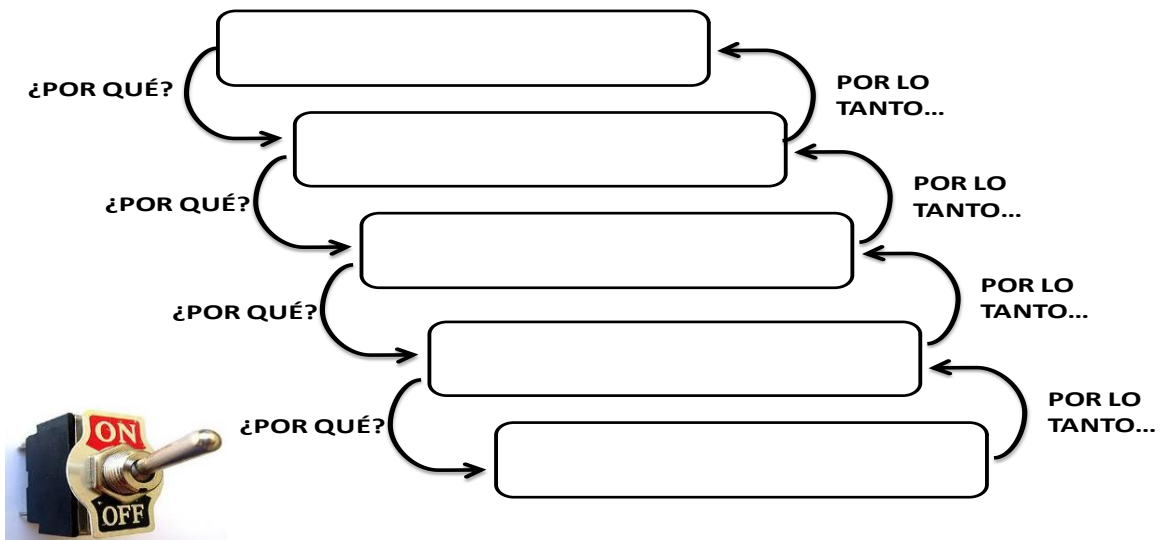
Tabla 60. Formato de control de uso de manuales

CONTROL DE MANUALES					 HILCASA®
Documento	Fecha de préstamo	Nombre solicitante	Firma	Fecha de devolución	Firma Recibido
Manual de operación de máquina teñidora 1	12/12/2017	Juan Pérez		15/12/2017	
...					
...					

Fuente: elaboración propia

Anexo 23. Análisis de Causa Raíz y planes de acción

5 POR QUÉ'S CELULA _____ MES _____ SEMANA _____



No.	PROBLEMA	CAUSA RAIZ	PLAN DE ACCIÓN	FECHA	RESPONSABLE	ESTATUS
1						
2						
3						